

La producción agropecuaria de Antioquia: un índice de los municipios agropecuarios*

Alexander-Darío Bastidas-Marulanda**

Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín

<https://doi.org/10.15446/ede.v30n56.77580>

Resumen

Se utiliza la técnica de componentes principales y algunas variables obtenidas de los anexos municipales del Censo Nacional Agropecuario de 2014, para construir un índice agropecuario para cada municipio de Antioquia, Colombia. Mediante este índice se obtiene un puntaje que muestra la posición relativa de la actividad agropecuaria de cada uno frente al promedio de Antioquia; a partir del cual, es posible hacer tres categorías de municipios: agropecuarios, agropecuarios empobrecidos y no agropecuarios. Esta clasificación permite concluir que Antioquia tiene pocos municipios agropecuarios y el resultado sirve para orientar programas de agricultura familiar en aquellas regiones de mayor potencial para la agricultura, aunque la posibilidad de consolidar dichos programas es limitada.

Palabras clave: agricultura; índice sintético; municipios agropecuarios; componentes principales; estructura agraria; migración de agricultores.

JEL: C10; O13; Q18; R1.

Antioquia's Agricultural Production: An Index of Farming Municipalities

Abstract

An agricultural production index for each of the municipalities in Antioquia, Colombia was developed by using the techniques of principal components and some variables which were obtained from the municipalities' annexes in the 2014 National Census of Agriculture. Through this index a score is obtained which shows the relative position of agricultural activities in each municipality when compared to the average for Antioquia, from which, it is possible to define three categories for the municipalities: agricultural, impoverished

* **Artículo recibido:** 30 de enero de 2019/ **Aceptado:** 25 de abril de 2019/ **Modificado:** 01 de noviembre de 2019. El artículo es producto de la investigación "Estructuración de asociaciones de agricultura familiar mediante incentivos selectivos" que contó con la financiación del Sistema Interno de la Universidad Nacional (SIUN), bajo la convocatoria nacional de proyectos para el fortalecimiento de la investigación, creación e innovación de la Universidad Nacional de Colombia, 2016 - 2018.

** Magíster en Economía por la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia). Profesor asociado del Departamento de Economía en la Universidad Nacional de Colombia (Medellín, Colombia) y Coordinador del Laboratorio de Estudios Geográficos y Territoriales en la misma Universidad. Correo electrónico: adbasti@unal.edu.co  <https://orcid.org/0000-0002-7416-3238>

Cómo citar/ How to cite this item:

Bastidas-Marulanda, A. D. (2020). La producción agropecuaria de Antioquia: un índice de los municipios agropecuarios. *Ensayos de Economía*, 30(56), 151-184. <https://doi.org/10.15446/ede.v30n56.77580>

agricultural and not agricultural. This classification allows the conclusion that Antioquia has few agricultural municipalities and the result serves to guide programs for family farming in those regions with greatest potential for agriculture even though the possibility of consolidating said programs is limited.

Keywords: agriculture; synthetic index; agricultural municipalities; principal components; agricultural structure; farmer migration.

JEL: C10; O13; Q18; R1.

Introducción

La organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO– eligió el 2014 como el período de la seguridad alimentaria, Colombia no fue ajena a esta elección y en ese mismo año constituyó la resolución 267 del ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a partir de la cual se crea una normativa para el apoyo a la agricultura familiar, escogida políticamente como la encargada de la producción de alimentos.

La experiencia de Brasil en el diseño de programas de apoyo a la agricultura familiar fue referenciada por parte del gobierno de Colombia y a su vez se eligieron dos departamentos de Colombia como pilotos para desarrollar en ellos los programas que se crearan. Antioquia y Nariño fueron escogidos por ser considerados, según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por su fortaleza en agricultura familiar. A partir de este antecedente surge la inquietud de analizar si Antioquia es efectivamente un departamento con fuerza y potencial de agricultura.

Para hacer este análisis se planteó un estudio que integrara los siguientes componentes: 1) determinantes del desempeño de la agricultura de Antioquia, 2) estructuración de asociaciones cooperativas por parte de agricultores familiares y 3) clasificación de municipios con fuerza y potencia de la agricultura.

El último componente es relativo al presente trabajo, los otros dos hacen parte de investigaciones que por su extensión deben ser divulgadas de forma independiente. De tal manera que, para responder a la necesidad de una clasificación, se propone como objetivo general la elaboración de un índice sintético agropecuario para los municipios de Antioquia; específicamente se busca caracterizar la producción agropecuaria de este utilizando los datos del último censo nacional agropecuario, ordenar los municipios de mayor posición agropecuaria y categorizarlos en agropecuarios, no agropecuarios y agrícolas empobrecidos, sin posibilidades de transformación de sus estructuras agrarias.

La importancia de proponer una medición a través de un índice agropecuario radica en la posibilidad de profundizar en la discusión de políticas y programas que se diseñan para apoyar la agricultura, en especial la agricultura familiar. En este sentido, un índice como el propuesto permite determinar que una gran cantidad de los municipios de Antioquia no son agrarios, a pesar de ser rurales; y además que muchos de ellos ya no cuentan con condiciones sociales para desarrollar la agricultura.

Para construir el índice se utilizó la técnica de componentes principales, mediante la cual se extrajeron tres factores con los cuales se estructuró una puntuación estandarizada y que refleja la posición relativa de un municipio. Es importante aclarar que el índice no evalúa si la agricultura de Antioquia es productiva, simplemente otorga una posición de cada municipio respecto al tamaño de su agricultura¹.

El artículo está dividido en tres secciones. La primera describe la producción agropecuaria de Antioquia respetando la clasificación que hizo el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2016a) en sus anexos municipales, obtenidos del Censo Nacional Agropecuario –CNA– de 2014, con la finalidad de conocer acerca de qué se produce, cuánto se produce, y cuál es la cantidad de área cosechada. Esto da una idea de la actividad agropecuaria del departamento, que posteriormente, sirve para mejorar la interpretación de los resultados estadísticos encontrados.

La segunda sección muestra el desarrollo de la técnica de análisis de componentes principales, a partir de la interpretación de los resultados obtenidos. En ella se presentan las pruebas utilizadas para validar el uso de la técnica y los supuestos relevantes para los propósitos de la investigación. La tercera o última sección tiene como fin presentar las conclusiones de la construcción del índice y la interpretación de la puntuación obtenida a partir del mismo para los municipios.

La producción agropecuaria de Antioquia

A partir del CNA de 2014, el DANE (2016b) elaboró 12 anexos municipales que sintetizan mucha información proveniente de los micro-datos. El anexo 10 trae consigo los registros de la producción agropecuaria por municipio, la cual se descompone en cultivos agroindustriales, plátano y tubérculos, flores, hortalizas y verduras, cereales, frutales, aves de engorde, cerdo de ceba, y producción de leche. La descripción de la información se hará basado en esta clasificación, al margen de consideraciones que puedan cuestionar, si un determinado cultivo encuadra dentro de estas categorías.

1 Tamaño determinado por las áreas cosechadas y la producción en toneladas.

Tabla 1. Total de la producción de Antioquia

Producción	Total (ha) área cosechada	Total producción toneladas
Producción agroindustrial	221 888	338 952
Plátanos y tubérculos	144 888	1 266 403
Flores, hortalizas, verduras, legumbres	1971	29 439
Cereales	61 431	132 362
Frutales	87 822	1 656 093
Leche –ganado bovino, UPAS–	48 796 upas	3 035 331
Cerdo –ganado porcino cebado, UPAS–	15 291 upas	1 379 064 cerdos
Aves –presencia aves de engorde, UPAS–	36 481 upas	49 161 926 aves

Fuente: elaboración propia con base en el anexo municipal #10 del CNA (2014).

La tabla 1 resume las áreas cosechadas y los totales de producción previamente especificados para cada una de las clasificaciones hechas por el (DANE, 2016b). En agricultura, Antioquia registró 518 000 ha cosechadas para el momento del CNA, asociada a una producción en toneladas de 3 423 249. Los cultivos agroindustriales con 221 888 ha registraron la mayor participación con el 42.8%, seguido del cultivo del plátano y tubérculos con un área de 144 888 ha y participación de 28%. Con participaciones más bajas aparecen los frutales con un área de 87 822 ha y un peso en el área total de 17%, le sigue cereales con 61 431 ha y 1.9% de superficie, para finalmente cerrar con un peso muy bajo de las flores, hortalizas, verduras y legumbres con 0.4% de superficie cosechada.

Se toma como referencia las unidades productoras agropecuarias, UPAS, donde Antioquia registró 100 568 unidades, de las cuales 48 796 registraron presencia de ganado bovino, 15 291 ganado porcino y 36 481 aves. De esta desagregación 48.5% corresponde a ganado bovino, 15.2% a cerdo y 36.3% a aves. A partir de estas generalidades y de acuerdo con las especificidades anteriormente descritas, se pasa a describir los datos y la técnica de componentes principales.

Metodología

Fuente de datos

Los datos utilizados en esta sección provienen de los anexos estadísticos del Tercer Censo Nacional Agropecuario. En este caso, la unidad de observación son los municipios de Antioquia y las variables de estudio tomadas de los anexos son: hectáreas dedicadas a la agricultura, producción agrícola, producción agroindustrial, producción de leche, producción de cerdo cebado y el inventario total de aves de engorde.

Basado en los mismos anexos se construyó un indicador de alfabetización, medido como la proporción entre productores alfabetos y el total de productores agrícolas, un indicador de déficit de vivienda, calculado como el número de hogares por vivienda en el área rural dispersa y, finalmente, un indicador de la afiliación a salud subsidiada de los productores agrícolas, que se determinó como el cociente entre el número de productores agrícolas que cuentan con el régimen subsidiado de salud y el total de productores.

En total se contó con 125 observaciones de 9 variables, las cuales se especifican en la tabla 2 y el objetivo es aplicar la técnica de análisis de componentes principales para reducir el número de variables y obtener una clasificación de los municipios de acuerdo con la puntuación factorial observada en cada uno de los componentes que se van a extraer.

Tabla 2. Variables de estudio

Indicativo variable	Nombre variable	Descripción
PRODAGROIND	Producción agroindustrial	Total producción de cultivos agroindustriales por municipio –toneladas–
PRODAGRI	Producción agrícola	Total producción de cultivos agrícolas por municipio –toneladas–
INDSALUD	Indicador de salud	Indicador de afiliación a régimen de salud subsidiada de productores residentes por municipio
INDALF	Indicador de alfabetización	Indicador de alfabetización de productores residentes por municipio
INDHOGVIV	Indicador de déficit de vivienda	Indicador de déficit de vivienda a partir de número de hogares por vivienda en área rural dispersa por municipio
HAGRI	Hectáreas dedicadas a la agricultura	Total de hectáreas dedicadas a la agricultura por municipio –ha–
PRODCER	Producción de cerdos	Total producción de cerdos cebados por municipio
PRODLEC	Producción de leche	Total producción de leche por municipio –litros–
PRODAVI	Producción avícola	Total inventario aves de engorde por municipio

Fuente: elaboración propia.

Análisis de componentes principales

Antes de llevar a cabo un análisis por componentes principales, se debe comprobar si los datos utilizados son adecuados para la técnica, lo que implica que deben satisfacer algunos supuestos². En la tabla 3, se referencia en su parte superior el índice de Kaiser-Meyer-Olkin –KMO–, que busca determinar si puede factorizarse de forma eficiente la matriz de datos originales (Bernal, Martínez & Sánchez, 2004). Para tal fin, el índice se basa en el cálculo de la correlación parcial que mide la relación entre dos variables, eliminando el efecto del resto de variables.

-
- 2 Los supuestos que se describen son estadísticos; sin embargo, las variables a utilizar no deben ser categóricas o binarias. Variables con una gran cantidad de ceros –así no sean binarias– en muchos de los registros no favorecen la adecuación de los datos para la técnica de componentes. Se requiere que las variables iniciales tengan presencia de multicolinealidad.

Tabla 3. Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0.666
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	363.388
	Gl	36
	Sig.	0.000

Fuente: cálculos propios a partir del software SPSS 23.

El índice KMO compara los valores de las correlaciones entre las variables iniciales y sus correlaciones parciales. En el caso que el KMO se aproxime a uno, la técnica de componentes principales es adecuada. Por su parte la prueba de Bartlett establece la hipótesis nula donde la matriz de correlaciones no es significativamente distinta de la matriz de identidad. Para tal fin, Bartlett construyó un estadístico que tiene distribución asintótica Ji cuadrado y supone la normalidad multivariante en los datos³.

A pesar de que la prueba es muy empleada y sale por defecto en los cálculos obtenidos por los paquetes estadísticos como el SPSS, presenta un problema: ante un aumento en la muestra n , o número de observaciones, esta tiende a ser estadísticamente significativa; así que bases de datos muy grandes con pocas variables tienden a no rechazar la hipótesis nula. En este sentido, a mayor número de variables para un tamaño n de observaciones, tiende a presentarse multicolinealidad entre las variables, supuesto relevante para la aplicación del análisis de componentes principales.

Aunque el índice KMO no es muy elevado⁴, 0.67 es suficiente para que se proceda a continuar con el análisis; en particular, cuando la prueba de Bartlett da un estadístico de 363.38 que es mayor a 50.9985, valor teórico de la distribución ji cuadrada con 36 grados de libertad y significancia del 5%; por tanto, no se acepta la hipótesis nula.

El siguiente paso es el cálculo de los valores y vectores propios de la matriz de covarianzas o de correlaciones. En este caso se emplea la matriz de covarianzas.

3 $-\left[\frac{n-1-(2k+5)}{6}\right] \ln |R| \sim \chi^2_{\frac{k^2-k}{2}}$ k es el número de variables de la matriz, n es el tamaño de la muestra y $|R|$ es

el determinante de la matriz de correlaciones.

4 Debe tenerse presente que la naturaleza de datos de producción y áreas en la agricultura por categorías de cultivos presentan en muchos municipios registros nulos por aquello de no producirse un cultivo específico. Esto es algo típico en estos datos, dado que la agricultura y en particular un cultivo no puede producirse en todas partes, por consideraciones de climas, suelos, etcétera, que son variables cruciales para determinar si un cultivo es apto para una zona o región. Este hecho se buscó corregir con la agregación de diversas producciones; pero no elimina que en algunos municipios haya registros nulos para algunas de estas. Dicha característica de los datos no permite una buena adecuación de ellos; pero el KMO que se obtuvo, bajo estas consideraciones no es tan mediocre; de ahí que se asuma continuar con el desarrollo de la técnica.

Tabla 4. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	2.831	31.458	31.458	2.831	31.458	31.458	2.360	26.223	26.223
2	1.970	21.893	53.350	1.970	21.893	53.350	2.048	22.751	48.974
3	1.262	14.026	67.377	1.262	14.026	67.377	1.656	18.403	67.377
4	0.874	9.712	77.088						
5	0.647	7.193	84.281						
6	0.513	5.696	89.977						
7	0.386	4.293	94.270						
8	0.328	3.642	97.913						
9	0.188	2.087	100.000						

Fuente: cálculos propios a partir del software SPSS 23.

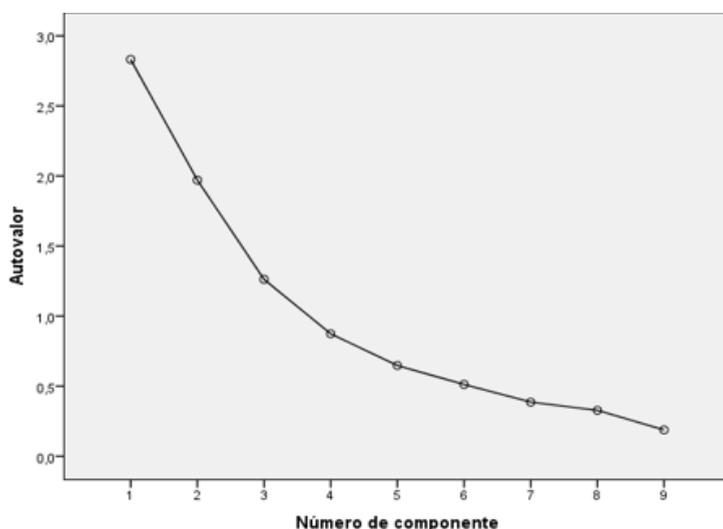
La tabla 4 muestra en la segunda subcolumna –total– los valores propios⁵ –autovalores–. La tercera subcolumna muestra el porcentaje de la varianza total de los datos que explica cada componente en orden decreciente. La primera componente explica 31.5%, la segunda 21.9% y así sucesivamente. Posterior a la obtención de los valores propios surge la pregunta del número de componentes o factores a retener con objeto de reducir la dimensión del conjunto de datos iniciales; estos son los componentes principales.

Aunque no hay un criterio estandarizado sobre la selección o retención de factores, uno de los más utilizados es el de Kaiser, el cual establece que el punto de corte se determina por el último valor propio mayor que uno (De la Fuente-Fernández, 2011). En la tabla 4 se observa que hasta el componente tercero se cumple con este criterio y en consecuencia se pueden seleccionar tres factores, donde la varianza acumulada que logran explicar para el conjunto de datos iniciales es de 67.4%.

Otro criterio empleado para la selección o extracción de los factores –componentes principales– es la utilización de un gráfico de sedimentación. La sedimentación se genera en la parte del gráfico donde la pendiente se hace más plana; de modo que, la parte más inclinada determina el número de componentes a retener. En la figura 1 no hay un cambio de pendiente notable, de manera tenue hay un cambio de inclinación en el componente tres, lo que aunado al criterio de Kaiser reafirma la extracción de tres componentes principales.

5 Valor propio o varianza asociada a cada componente o factor.

Figura 1. Gráfico de sedimentación



Fuente: cálculos propios a partir del software SPSS 23.

En las tablas 5 y 6 se indican las correlaciones de cada una de las variables iniciales con cada uno de los componentes seleccionados. La tabla 5 muestra la primera extracción calculada, a partir de la cual se identifican las variables iniciales que son agrupadas por cada factor. Esta primera extracción suele ser problemática para interpretar cada factor, puesto que en muchos casos agrupa variables muy diferentes. Por ejemplo, el factor 1 está formado por la producción agroindustrial, la producción agrícola, la proporción de productores afiliados a salud subsidiada por municipio, el índice de productores alfabetos y las hectáreas dedicadas a la agricultura. La mezcla de variables sociales y agrícolas no favorece la interpretación acerca del fenómeno no observable que pretende medir esa variable ficticia –componente–.

Para el factor 3 es también complicada su identificación en cuanto a qué representa. A partir de la misma tabla 5 se integran la producción de cerdos, la producción agroindustrial y el número de hogares por vivienda rural. Esta última variable es la que complica la interpretación de un fenómeno capturado por el componente. Por consiguiente, se necesita realizar una rotación⁶ de la matriz de componentes, con el fin de contar con un agrupamiento de variables por factor que faciliten su respectiva interpretación.

La tabla 6 con la rotación, muestra una selección más clara de las variables pertenecientes a cada factor. Para el factor 1 se registra la producción agroindustrial, la producción agrícola y las

6 Existen varios métodos de rotación, pero uno de los más comunes es el Varimax. El objetivo de esta rotación es hacer que la correlación de cada una de las variables se acerque a uno con un factor y cero con los demás.

hectáreas destinadas a la agricultura. El factor 2 se compone únicamente de variables sociales⁷ y el factor 3 se integra por la producción de leche y la producción de cerdo. Es importante señalar que en ambas tablas la producción avícola no aparece correlacionada con ningún factor y la explicación a ello se sustenta en la tabla de comunalidades.

Tabla 5. Matriz de componente*

Variables	Componente		
	1	2	3
PRODAVI			
PRODCER		0.690	-0.541
PRODLEC		0.700	
PRODAGROIND	0.538		0.510
PRODAGRI	0.836		
INDSALUD	0.627		
IND ALF	-0.672		
INDHOGVIV			0.667
HAGRI	0.816		

Nota: método de extracción: análisis de componentes principales. Tres componentes extraídos.

* La rotación ha convergido en 6 iteraciones.

Fuente: cálculos propios a partir del software SPSS 23.

Tabla 6. Matriz de componente rotado*

Variables	Componente		
	1	2	3
PRODAVI			
PRODCER			0.885
PRODLEC			0.762
PRODAGROIND	0.828		
PRODAGRI	0.845		
INDSALUD		-0.778	
IND ALF		0.674	
INDHOGVIV		0.748	
HAGRI	0.842		

Nota: método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: varimax con normalización Kaiser*.

* La rotación ha convergido en 6 iteraciones.

Fuente: cálculos propios a partir del software SPSS 23.

7 Nótese que la rotación que es ortogonal y mantiene el porcentaje de varianza explicada por los tres factores, cambió las variables que están en el componente dos al componente tres.

La comunalidad mide la proporción de la varianza de cada variable que es explicada por los factores extraídos, que en este caso son tres (González et al., 1994). Como se desprende de la tabla 7 los tres factores explican 36.2% de la varianza de la producción avícola y en el total de las variables, constituye la menor varianza. Por consiguiente, es la variable que menor relación tiene con los factores⁸.

Tabla 7. Comunalidades

Variables	Inicial	Extracción
PRODAVI	1.000	0.362
PRODCER	1.000	0.808
PRODLEC	1.000	0.667
PRODAGROIND	1.000	0.722
PRODAGRI	1.000	0.807
INDSALUD	1.000	0.681
IND ALF	1.000	0.572
INDHOGVIV	1.000	0.633
HAGRI	1.000	0.811

Nota: método de extracción: análisis de componentes principales.

Fuente: cálculos propios a partir del software SPSS 23.

Una vez extraídos los factores, estos tienen la característica de ser incorrelacionados, así que son propicios para utilizarlos en análisis de regresión múltiple. Pero, en esta investigación no se busca la explicación de una variable, a partir de los factores o alguno de ellos. El objetivo está en obtener un índice de municipios agropecuarios de Antioquia que permita identificar aquellos de mayor y menor posición relativa. Para tal fin, de los tres factores extraídos, se construye una puntuación de cada factor para cada municipio. Estos se hallan a través de la estandarización⁹ de los valores observados de las variables iniciales, multiplicados por el coeficiente de puntuación de cada variable dentro de cada componente:

$$f_{ki} = \sum_{j=1}^9 a_{kj} Z_{ij} \quad [1]$$

8 El índice de productores alfabetos es la segunda variable con la menor relación con los factores, su proporción de varianza explicada es de 57.2%. Sin embargo, la no aparición de una variable en los factores depende del punto de corte, establecido a la discrecionalidad de un investigador. El punto de corte es la magnitud de una correlación con un factor, dado que el punto de corte fue de 50% la producción avícola queda excluida.

9 La estandarización o normalización de una variable hace que la puntuación obtenida corresponda a una medida de dispersión, que obtiene la posición relativa de una observación.

En donde f_{ki} representa la puntuación factorial del factor k para la observación i , a_{kj} es el coeficiente de puntuación para la j -ésima variable en el k -ésimo factor y Z_j el valor estandarizado de la j -ésima variable.

Resultados

A partir de las 9 variables utilizadas, la matriz de componente rotado arroja 3 factores que según la tabla 3 explican el 67.4% de la varianza total. El primer factor explica 31.5% de la varianza y está integrado por tres variables: producción agroindustrial, producción agrícola y las hectáreas dedicadas a la agricultura. El segundo factor agrupa las variables sociales del estudio, índice de alfabetización de los productores agrícolas, proporción de los productores que están afiliados a salud subsidiada y el número de hogares por vivienda rural, su aporte individual a la varianza total fue de 21.9%. El tercer factor lo forman las variables pecuarias, producción de cerdos y la producción de leche, con un aporte de 14% a la varianza total.

Para el primer factor, cada una de sus variables se correlacionan positivamente con este; en el segundo, la proporción de los productores afiliados a salud subsidiada es la única variable que se correlaciona negativamente, y en el tercero ambas variables se correlacionan positivamente con el factor. De acuerdo con la agrupación de las variables, el factor primero se compone de variables descriptoras de la agricultura; de ahí que sea el factor agrícola. El factor tercero está compuesto de dos variables pecuarias; por consiguiente, es el factor pecuario; sin embargo, para el factor segundo se debe hacer una explicación.

Interpretación del segundo factor

A medida que los municipios aumentan su tamaño poblacional y emergen actividades económicas diferentes a la agropecuaria, avanzando en sus procesos de desarrollo económico, la cobertura de servicios sociales se incrementa (Midgley & Tang, 2001). Por ejemplo, la cobertura en educación, salud y vivienda es relativamente mejor en los municipios de mayor desarrollo económico donde la actividad agropecuaria comparada con el resto de sus actividades económicas presenta una baja proporción.

Bejarano (1998) explica que los países con mayor desarrollo económico y de su agricultura, las siguientes proporciones: proporción del PIB de la actividad agropecuaria respecto al PIB total y número de agricultores entre la población ocupada total son más reducidas. Extendiendo la argumentación para el caso de los municipios, aquellos de mayor desarrollo económico, asociados a mayor cobertura de servicios sociales, se espera una agricultura relativamente baja. Por consiguiente, a mayor posición relativa de un factor que se compone de indicadores sociales se asocia a municipios de menor capacidad de expansión de su actividad agropecuaria. En este sentido, este factor se ha denominado: insuficiencia para el desarrollo de la agricultura.

Para ampliar la justificación del nombre vinculado al factor 2 se interpreta cada una de las variables que lo componen desde su relación con la agricultura.

Proporción de productores alfabetos de Antioquia

La figura 2 muestra con coloración más oscura a los municipios donde la proporción es mayor. Esta es un cociente de los productores que se declararon ser alfabetos entre el total de los productores por municipio. Además, se observa que la ratio de alfabetización de los productores sobresaie en los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá¹⁰, el Oriente Antioqueño cercano y norte de Antioquia cercano —la región lechera—.

En la obra de Zago (2016), se referencia literatura que muestra evidencia sobre la permanencia en la agricultura familiar de poblaciones jóvenes caracterizadas por bajos niveles de educación. Asimismo, se plantea que las mujeres jóvenes con mayores niveles de educación propenden por el abandono de las actividades agrícolas.

Existe literatura que vincula la relación entre la educación de las poblaciones agrícolas y sus repercusiones en procesos de migración y movilidad social. Djurfeldt et al. (2008) plantean que políticas sociales orientadas a proporcionar cobertura en agua, educación, etcétera, trae consigo cambios de vida que favorece la salida de poblaciones agrícolas hacia otras actividades, lo que conllevaría a una insuficiencia para el desarrollo de la agricultura.

Por su parte Bravo-Ureta, Quiroga & Brea (1996), en su estudio sobre las decisiones de migración de las poblaciones agrícolas en el Ecuador, encontraron que la probabilidad de migrar incrementa con la educación, un resultado en consonancia con la hipótesis planteada por Schultz y Sjaastad quienes analizaron la movilidad del trabajo usando un marco de capital humano. De esta investigación se desprende que individuos más jóvenes y educados tengan mayor propensión a migrar (Bravo-Ureta et al., 1996), lo que afecta el desempeño de la agricultura.

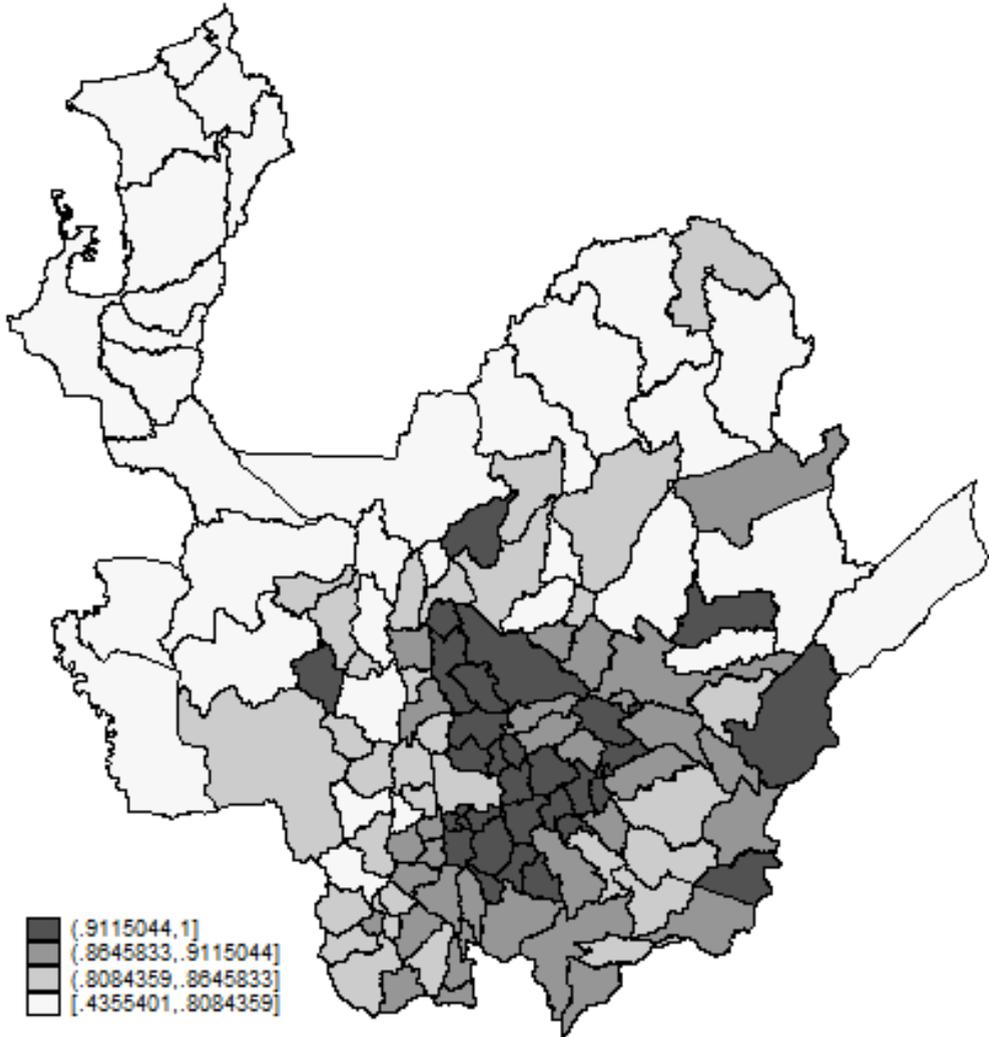
Número de hogares por vivienda rural de cada municipio

El número de hogares por vivienda rural, aunque incluye una muestra de otros municipios diferentes a los del indicador de alfabetización, repite varios municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, según la figura 3 con coloración más oscura.

El número de hogares por vivienda es un indicador para medir déficit de vivienda e indirectamente el hacinamiento. En las zonas rurales la mitigación de este déficit es relativamente más fácil con relación a las áreas urbanas siempre y cuando haya la disponibilidad de área (DANE, 2009). En otras palabras, el déficit y su dificultad para reducirlo se asocia a predios rurales relativamente pequeños.

10 Se exceptúa Barbosa y Medellín.

Figura 2. Proporción de productores alfabetos



Fuente: elaboración propia con base en los datos del CNA de 2014 en el software Stata.

El tamaño de los predios agrícolas restringe la cantidad de tierra disponible por agricultor, lo que puede repercutir negativamente en las posibilidades de producción agropecuaria; en consecuencia, el número de hogares por vivienda rural es un indicador que, de acuerdo a su proporción, captura el potencial de la agricultura para un municipio. A mayor proporción de hogares por vivienda rural menor capacidad de agricultura.

Los campesinos con poca tierra venden su trabajo para complementar sus ingresos, los cuales los pone en una situación tendiente a migrar; de hecho, en el extremo de campesinos sin tierra, se incrementa la propensión a migrar (Vijay, 2018).

En poblaciones rurales con alta densidad por superficie, los predios agrícolas suelen ser pequeños (Ricker-Gilbert, Jumbe & Chamberlin, 2014), el número de hogares aumenta, lo cual implica una mayor dependencia de los hogares por ingresos no agrícolas, de ahí que municipios del Valle de Aburrá hayan destacado por el mayor número de hogares por vivienda rural.

Sikorska (2010) analizó los cambios en las condiciones socio económicas que afectan el mercado de las tierras destinadas a la agricultura en Polonia, y encontró, que alrededor del 32% de las unidades agrícolas de una hectárea aportaron muy poco producto agrícola hacia el mercado y que las familias de sus propietarios derivan ocasionalmente ingresos de la agricultura y en su lugar obtienen sus ingresos de otros empleos y/o pensiones.

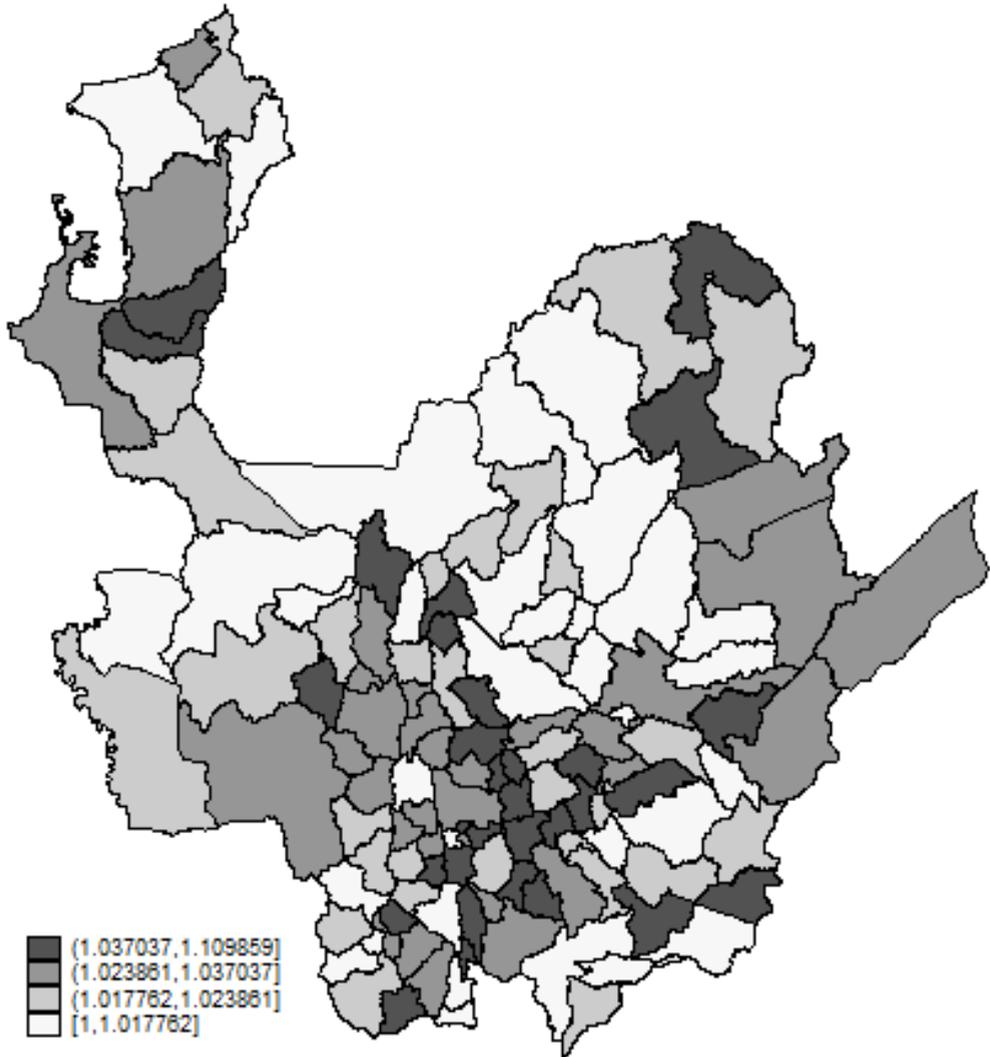
Proporción de productores agropecuarios afiliados a salud subsidiada por municipio

En la figura 4 con coloración más oscura se observa la geografía de los municipios con más afiliación a salud subsidiada. Se destacan municipios pobres de la región de Urabá como Necoclí, Arboletes, San Juan de Urabá y Vigía del Fuerte, etcétera. Además de subregiones como el norte lejano como Ituango, Bajo Cauca con Cáceres, Nechí, el nordeste con el Bagre, y al suroriente con Sonsón.

Según Lora (2008, p. 66), “las afiliaciones al Sistema General de Seguridad Social en Salud se utilizan como indicador de cobertura general, aunque no necesariamente reflejan el uso efectivo de los servicios de salud”. La afiliación a salud —subsidiada o no— es un indicador de cobertura y no implica calidad. El subsidio a la salud va dirigido hacia las poblaciones más pobres e históricamente la pobreza es mayor en poblaciones agrícolas con relación a las urbanas. La relación inversa de la afiliación a la salud y el factor significa que un municipio con más proporción de agricultores subsidiados, menor insuficiencia para continuar con la actividad agropecuaria.

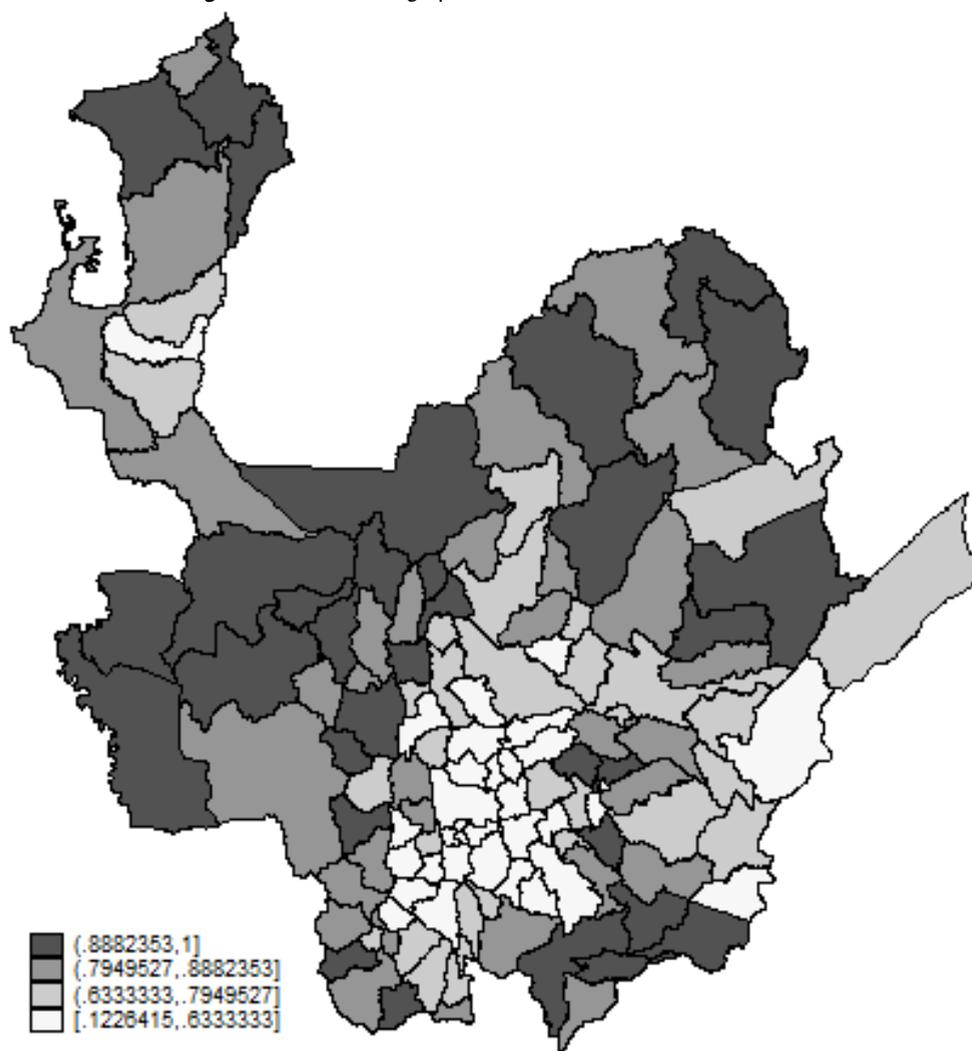
Esta relación latente capturada por el componente seleccionado, indica que hay municipios con productores relativamente pobres donde la actividad agropecuaria es la de mayor peso económico, lo que dificulta la transición de los agricultores hacia otras actividades económicas. Lo opuesto favorece la transición; es decir, municipios con menos poblaciones agrícolas de afiliación subsidiada.

Figura 3. Hogares por vivienda de productores agropecuarios



Fuente: elaboración propia con base en los datos del CNA de 2014 en el software Stata.

Figura 4. Productores agropecuarios afiliados a salud subsidiada



Fuente: elaboración propia con base en los datos del CNA de 2014 en el software Stata.

Puntuaciones de los factores

Factor agrícola: la ecuación [2] surge del proceso de extracción de los factores y determina la puntuación agrícola para cada municipio.

$$f_{i1} = -0.002Z_{i1} - 0.082Z_{i2} + 0.081Z_{i3} + 0.419Z_{i4} + 0.345Z_{i5} - 0.023Z_{i6} - 0.056Z_{i7} + 0.201Z_{i8} + 0.340Z_{i9} \quad [2]$$

Una mirada sobre la figura 5 muestra la geografía de los municipios con mayor puntuación en el factor agrícola; podría decirse que la región de Urabá hacia el noroccidente y el Bajo Cauca antioqueño en el extremo nororiental son las áreas que concentran los mayores puntajes. La del Urabá registra la agricultura de exportación con el banano y el plátano, mientras que la del bajo Cauca se vincula a productos para el mercado fundamentalmente local, lo que implica grados de tecnificación y orientación comercial bien diferentes.

La yuca, el plátano, el maíz y el arroz son cuatro productos agrícolas que sobresalen en la región del Bajo Cauca antioqueño. Según Tribín (2016), el circuito de comercialización de estos productos corresponde a un 61.6% del mercado local, refiriéndose a que la venta de productos se hace dentro del mismo municipio; es decir, ni siquiera entre los municipios de esta región. La producción del plátano, por ejemplo, se comercializa en un 100% en cada uno de ellos, o sea que se consume todo lo que se produce. Además, los cuatro productos mencionados, dice Tribín, pertenecen a economías campesinas, incluso la producción tecnificada asociada al arroz.

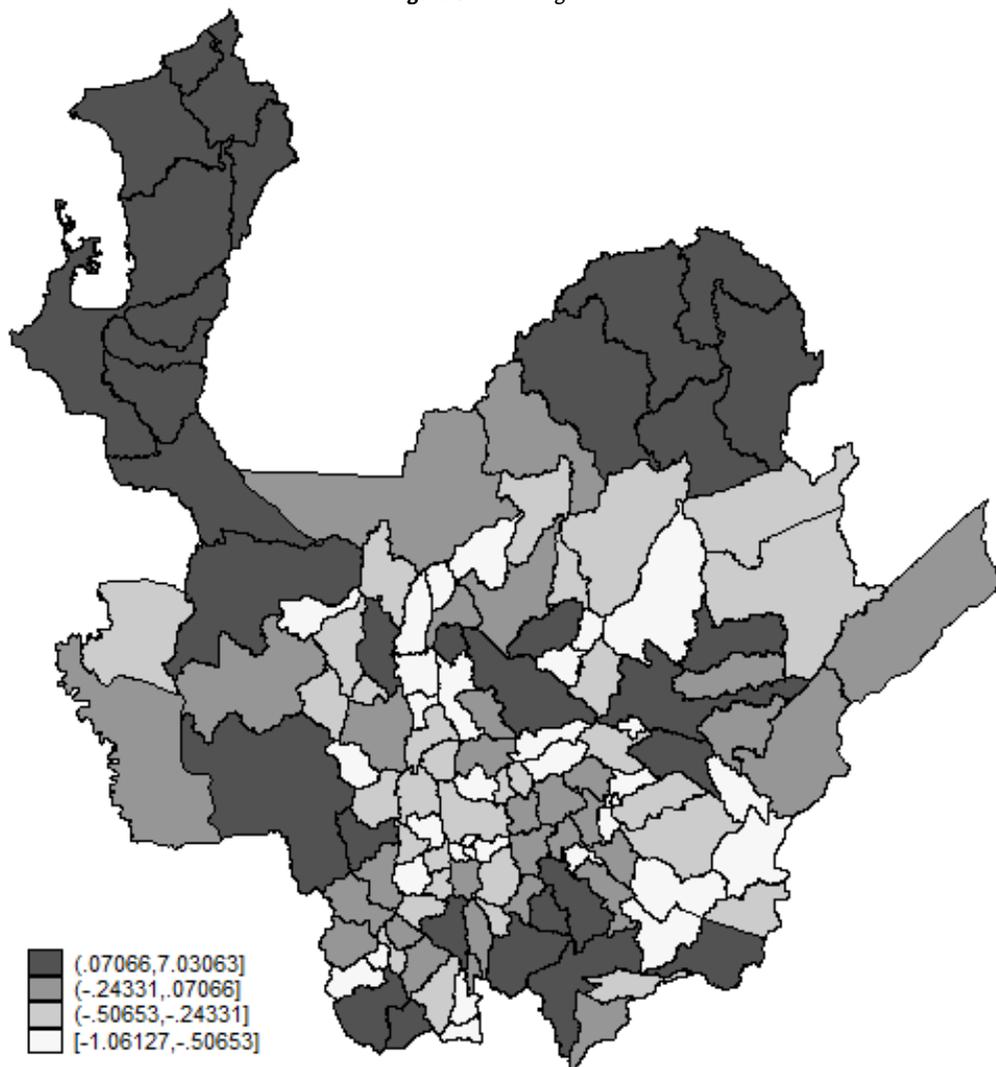
La mayor posición relativa en el factor agrícola es para Turbo 7.03, seguido de Apartadó 4.08 y Carepa 3.38. Entre los primeros 10 municipios en puntuación¹¹, se encuentran dos que no pertenecen a la región de Urabá, que son Cáceres y El Bagre. Esto muestra la importancia de Urabá para la agricultura de Antioquia; por su parte Cáceres perteneciente a la región del Bajo Cauca y El Bagre al nordeste son municipios con más fuerza en otras actividades económicas como la minería del oro. La agricultura de estos dos últimos se basa en productos donde no se destacan ni por área cosechada, ni por producción, contrario a Turbo que sobresale en los anteriores parámetros dentro de Antioquia.

Por fuera de las diez primeras puntuaciones, se encuentra Andes con la mayor área cosechada y producción en café, ocupando posición 12 y puntaje de 1.12. Y El Carmen de Viboral representativo en producción de hortalizas, verduras y legumbres con un discreto puntaje en su factor agrícola de 0.266 ocupando el puesto 26.

11 Los puntajes se pueden observar de la tabla A1 del anexo, la cual se organiza de mayor a menor respecto al índice del municipio agropecuario –última columna–. En esta tabla aparece los puntajes para cada uno de los factores y el resultado final del índice del municipio agropecuario. No obstante, los puntajes a los que se hace referencia en este apartado corresponde a la columna del factor agrícola.

De 125 municipios, 35 de ellos tienen un puntaje positivo, aunque sean comparativamente muy bajos frente al alcanzado por Turbo. Esta lista la cierra San Andrés de Cuerquia con 0.0098. A partir de ahí, 90 municipios presentan una magnitud negativa en el factor. Esto significa que el tamaño de sus actividades agrícolas es inferior al promedio de todos sus municipios, lo que claramente establece que Antioquia vista por municipios no es tan agrícola; a saber, puede producir variedad de productos, aunque a una escala muy reducida.

Figura 5. Factor agrícola



Fuente: elaboración propia con base en los datos del CNA de 2014 en el software Stata.

Factor pecuario: de nuevo la región del Urabá registra municipios con puntuación relativamente alta en el factor pecuario. Pero, a diferencia del factor agrícola, donde la región es homogénea en su importancia, tres municipios no hacen parte de los más representativos en la parte pecuaria y ellos son: Apartadó, Carepa y Chigorodó, cada uno de ellos se caracteriza por sus cultivos de banano de exportación.

$$f_{i2} = 0.199Z_{i1} - 0.041Z_{i2} - 0.046Z_{i3} + 0.230Z_{i4} - 0.044Z_{i5} - 0.378Z_{i6} + 0.308Z_{i7} + 0.462Z_{i8} - 0.044Z_{i9} \quad [3]$$

La geografía del factor pecuario según la figura 6 también muestra una relativa importancia de Ituango perteneciente al norte lejano; Tarazá, Cáceres y Cauca de la región del Bajo Cauca. No obstante, la región con las mayores puntuaciones en el factor pecuario corresponde a la región especializada en leche del norte cercano.

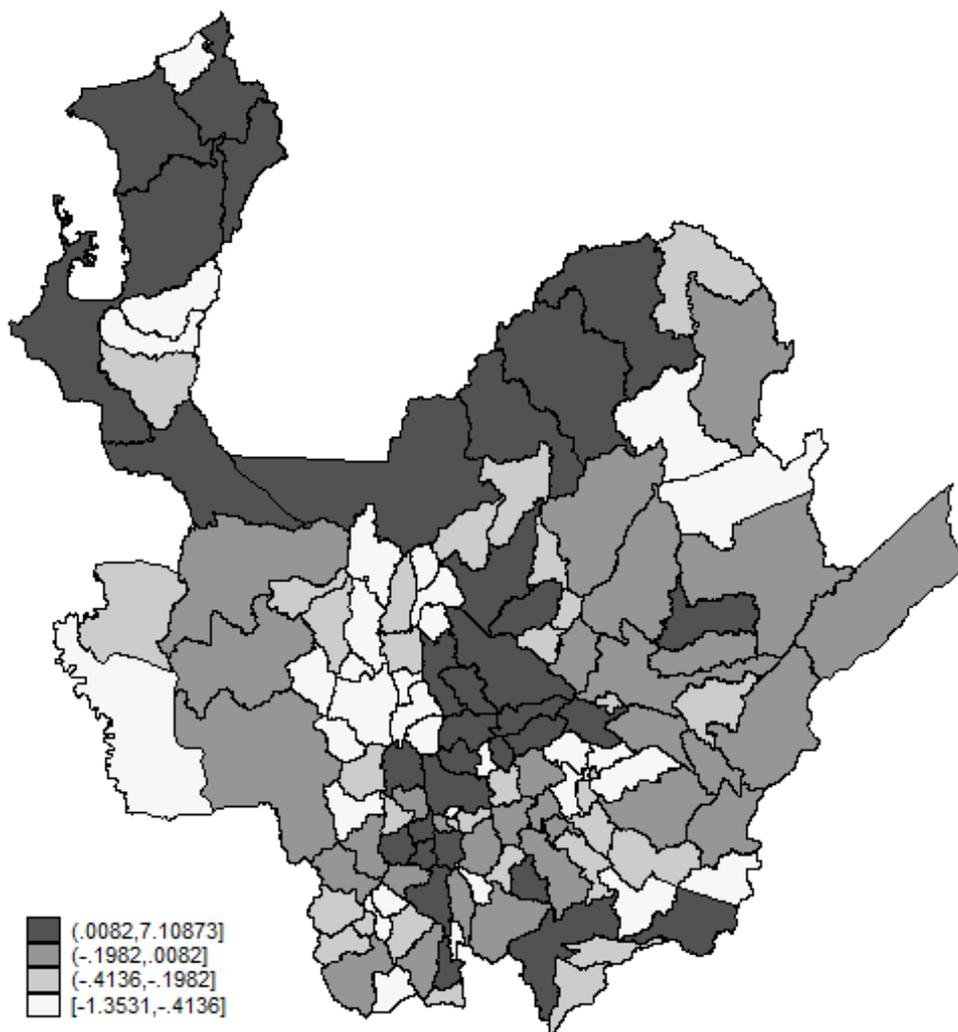
De la ecuación tres se determina que Santa Rosa de Osos le corresponde la mayor posición con puntaje de 7.1, luego continúa Donmatías con puntaje de 4.9 y San Pedro con 2.7. Los tres primeros hacen parte del norte de Antioquia, región con las mayores producciones de leche. Otros municipios de esta región son Entrerrios con puntaje de 2.0 en el puesto quinto y Yarumal con 1.5 y posición octava. Por su parte, Medellín con 2.2 de puntaje, es el puesto cuarto, Barbosa es la posición sexta con 1.8 y cerrando los diez primeros municipios de este factor pecuario están Santo Domingo con 1.3 y Girardota con 0.9.

Tomando en cuenta a Medellín por ser la capital de Antioquia, los diez primeros municipios son cercanos a esta ciudad, cuya población, sin duda alguna, representa una parte importante del mercado de destino de las producciones pecuarias del departamento, caracterizadas en litros de leche y cerdos de ceba. Turbo que es el mejor municipio en el factor agrícola, en este caso ocupa el puesto 15 con puntaje de 0.63, la cual es una cifra distante de Santa Rosa de Osos. Adicionalmente, en la figura 6 se representa con coloración más oscura a otros municipios de Urabá como Necoclí, Arboletes, San Pedro de Urabá y Mutatá y de igual manera se registra en la figura 6 Ituango, Tarazá, Cáceres y Cauca como municipios del norte y Bajo Cauca entre los más pecuarios. Sin embargo, esto ocurre por el intervalo muy amplio que fue asumido por el número de clases¹².

De la posición 35 en adelante todos los puntajes son negativos, siendo el menos negativo Anorí y ocupando el último puesto Carepa. Un puntaje negativo implica que 90 municipios de Antioquia se encuentran por debajo del promedio y por tanto son precarios en lo pecuario; esto es más preocupante si se elimina una veintena de municipios con puntaje positivo pero inferiores a 0.7, lo que nos daría una muestra de 15 municipios que pueden considerarse pecuarios.

12 Número de clases que se definen, por ejemplo, en la elaboración de un histograma de frecuencias. Al observar la leyenda de la figura, el intervalo primero va de (0.0082, 7.10873] y en él se encuentran contenidos 33 municipios –pero 34 tienen puntaje positivo, cerrando con La Estrella– y cerrando con la puntuación más baja El Carmen de Viboral.

Figura 6. Factor pecuario



Fuente: elaboración propia con base en los datos del CNA de 2014 en el software Stata.

Factor de insuficiencia de agricultura: mediante la ecuación 4 se determina la puntuación de cada municipio.

$$f_{i3} = 0.185Z_{i1} + 0.550Z_{i2} + 0.460Z_{i3} - 0.125Z_{i4} + 0.024Z_{i5} - 0.057Z_{i6} + 0.034Z_{i7} - 0.243Z_{i8} + 0.077Z_{i9} \quad [4]$$

La figura 7 muestra en su coloración más oscura a los municipios de mayor insuficiencia para desarrollar la agricultura. En este índice, los puntajes positivos no son buenos para el desarrollo de la agricultura por las consideraciones esbozadas anteriormente¹³. Un puntaje positivo implica mayor condición de insuficiencia para desarrollar la agricultura en su municipio y los puntajes negativos representan lo contrario. Del Área Metropolitana, cinco de sus municipios se encuentran entre los diez primeros en insuficiencia, siendo Caldas quien ocupa el primer puesto del departamento con 3.03, el resto son Girardota 2.15, Envigado 2.13, Copacabana 2.07 y Sabaneta 1.75. Amagá ocupa el segundo lugar con 2.4 y Rionegro con 2.17 el puesto tercero. Exceptuando a San José de la Montaña y a Carepa, una característica de estos primeros municipios en insuficiencia es su relativa vecindad y la relativa alta densidad de sus poblaciones.

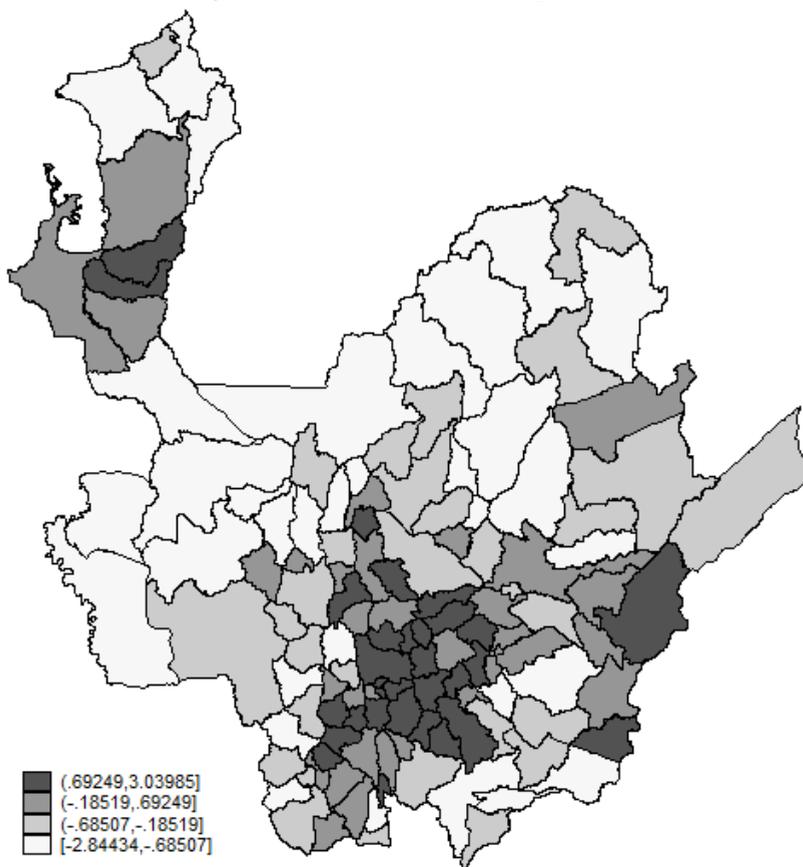
Para los productores agropecuarios residentes en estos municipios del Área Metropolitana o cercana a ella, coexisten con otras actividades económicas presentes en sus territorios que facilitan el tránsito hacia otras ocupaciones contrarias a la agricultura. También el pequeño tamaño de los predios refuerza este tránsito, pues con el tiempo la productividad media del productor cae, ante un incremento del número de hogares por vivienda y esta situación, sin lugar a duda reduciría las posibilidades de desarrollar una agricultura.

A partir de la posición 54 con Fredonia, empieza el puntaje negativo, lo que da un resultado de 72 municipios que presentan un factor de poca insuficiencia para el desarrollo de la agricultura, siendo el de menor insuficiencia Murindó con puntaje de -2.84. No obstante, la menor insuficiencia no es indicador de fortalecimiento para la agricultura de los municipios de puntaje más negativo, todo esto depende de la combinación con los otros dos factores. En el caso de Carepa y Apartadó sobresalen en la puntuación del factor agrícola, pero como se observa en la figura 7, son de puntajes positivos¹⁴.

13 En la parte donde se explica la característica que recoge el factor 2.

14 Puerto Berrío y Puerto Triunfo tienen puntajes positivos en insuficiencia, pero negativos en agrícola y pecuario, lo que implica que no son ni tan agrícolas ni tan pecuarios; y en consecuencia no hay condiciones para tránsito de agricultura a otras actividades económicas porque no tienen en el presente una agricultura comparativamente alta.

Figura 7. Factor de insuficiencia de agricultura



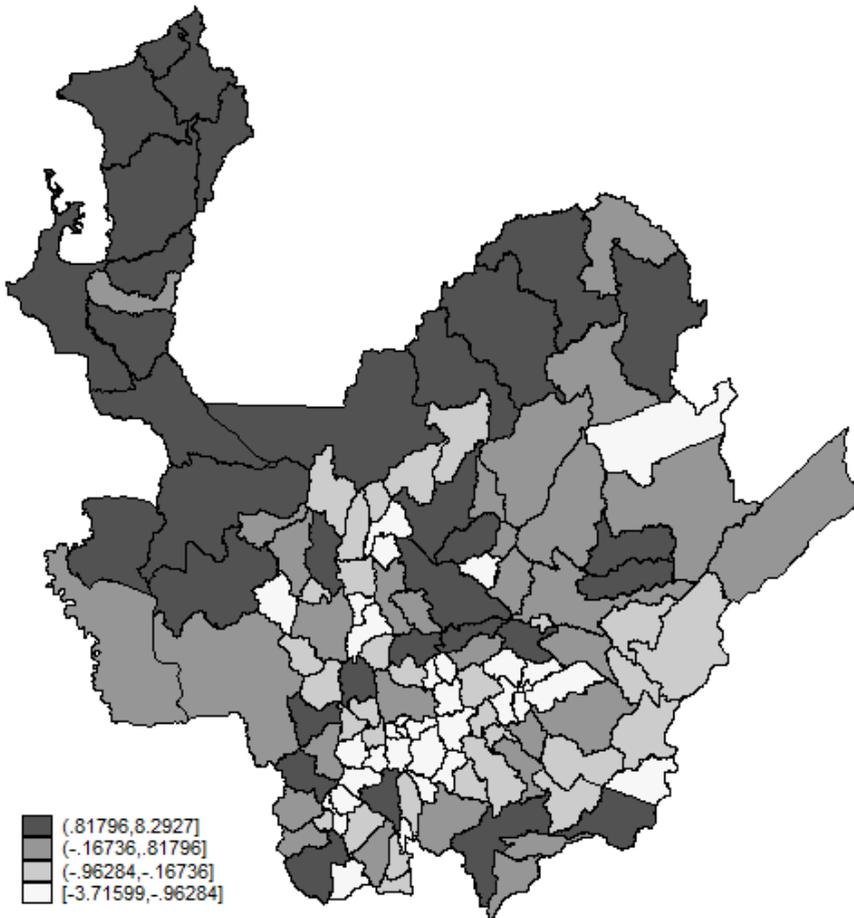
Fuente: elaboración propia con base en los datos del CNA de 2014 en el software Stata.

Índice de municipio agropecuario

A partir de los tres factores anteriores es posible determinar un índice de posición relativa para cada municipio sobre su actividad agropecuaria. La suma del factor agrícola f_A^i , más el factor pecuario f_P^i , menos el factor de insuficiencia f_I^i , determinan un índice de municipio agropecuario¹⁵, IMA_i así:

$$IMA_i = f_A^i + f_P^i - f_I^i \quad i = 1, 2, \dots, 125 \quad [5]$$

15 Líneas atrás se explicó el factor de insuficiencia y está precedido de signo negativo porque a mayor posición relativa de este factor, se reduce la posibilidad de continuar con la actividad agropecuaria.

Figura 8. Índice de municipios agropecuarios

Fuente: elaboración propia con base en los datos del CNA de 2014 en el software Stata.

La figura 8 presenta la geografía del índice y a primera vista, los municipios de coloración más oscura son los de mayor puntuación o municipios agropecuarios. La geografía del índice muestra que el norte de Antioquia, en especial los que están más distantes de Medellín son los más agropecuarios. Exceptuando el eje bananero de Urabá¹⁶ con sus productos de agro exportación,

16 Carepa es el municipio menos agropecuario de la región de Urabá, debido a que obtiene un puntaje bajo en el factor pecuario.

la agricultura de estos enfrenta dificultades para llegar al principal centro de consumo de Antioquia¹⁷ por aquello de los altos costos de transporte y eso debilita el establecimiento de cultivos con orientación comercial y/o productiva.

Al revisar los cuatro intervalos de puntajes que aparecen en la figura 8, Santa Rosa de Osos ocupa el primer puesto en el índice de municipios agropecuarios con puntuación de 8.3 y le sigue Turbo con 7.12. A partir de este, la caída en el puntaje se hace significativa, al pasar a 3.8 para Arboletes y de ahí continuar con una caída más suave dentro del intervalo de mayor puntuación, alcanzando su último valor con Medellín de 0.81. En este primer intervalo se contiene a 33 municipios de Antioquia y la diferencia entre su mayor y menor valor muestra la heterogeneidad que hay entre los que resultaron más agropecuarios.

De hecho, un puntaje de 0.81 es bastante bajo al compararse con lo obtenido por Santa Rosa de Osos y Turbo, por ese motivo los municipios agropecuarios pueden ser menos, dependiendo de un criterio de corte discrecional. Por ejemplo, si la puntuación más baja para considerarse municipio agropecuario fuera de dos, trece clasifican, siendo Apartadó el de cierre con 2.05 de puntaje. No obstante, es indudable que los que tengan puntaje negativo no son agropecuarios y en este sentido, desde la posición 56 —incluyéndola— con Betania, empieza el puntaje menos negativo hasta llegar al más negativo con San José de la Montaña y puntaje de -3.71.

En la figura 8, la geografía del índice en sus tonos más claros muestra un patrón de concentración de varios municipios en proximidad a Medellín como Copacabana, Envigado, Caldas, Sabaneta, Rionegro, Itagüí, Amagá, Guarne, entre otros. Este patrón de concentración también es coherente con el patrón de aglomeración de los municipios con mayor posición en su factor de insuficiencia; es decir, los que no tengan condiciones para el desarrollo agrícola. Pero, aparte de categorizar entre municipios agropecuarios y no agropecuarios, es posible hacer un grado de discriminación en el IMA, que permita ampliar la interpretación del índice construido.

Al observar la tabla A1 en el anexo —puntuaciones factoriales—, es posible hacer una discriminación de tres categorías¹⁸: municipios con factor agrícola y pecuario positivos, pero factor de insuficiencia negativo; municipios con todos los factores con signo negativo y municipios con factor agrícola y pecuario negativos, pero factor de insuficiencia positivo¹⁹.

17 Para municipios como Arboletes, Necoclí y San Pedro de Urabá, algunos de sus productos agrícolas tienen más facilidades de salir hacia el mercado de la ciudad de Montería, capital de Córdoba y poblaciones vecinas, por su proximidad geográfica.

18 Se deja claro al lector que la suma de los municipios clasificados en estas categorías no corresponde a los 125, la razón es porque no se tuvo en cuenta a aquellos que muestran una relativa fuerza o especialización en un factor.

19 Otra categoría son los municipios que registran únicamente el factor agrícola o factor pecuario como positivo. Sin embargo, estos municipios sesgados no son la parte determinante en la posición relativa del municipio y por tanto no ha sido considerada de manera explícita. También aparecen únicamente Turbo, La Unión y El Carmen de Viboral con los tres factores positivos que muestran que el tamaño de su actividad agropecuaria es mayor al promedio de Antioquia, pero sus productores agrícolas tienen condiciones sociales que apuntan a una transición más rápida que otros municipios hacia actividades económicas diferentes a la agricultura.

Municipios agropecuarios –factor agrícola y pecuario positivo e insuficiencia negativa–

En la tabla 8 se seleccionaron los municipios que clasifican en este criterio. En total se extrajeron 11 de los 125, lo cual es una proporción muy baja de 0.088. Sin embargo, están dentro de los que tienen más ranking en el IMA, así que previamente han sido categorizados como agropecuarios. Al disponer de unos factores agrícolas y pecuarios positivos, los hacen relativamente agropecuarios y con un factor de insuficiencia negativo, refuerza la permanencia de su actividad agropecuaria; puesto que los productores agropecuarios no cuentan con condiciones sociales para desviarse hacia otras actividades²⁰.

Tabla 8. Factor agrícola y pecuario positivo e insuficiencia negativa

Municipio	IMA
Santa Rosa de Osos	8.3
Arboletes	3.9
Cáceres	3.8
Necoclí	3.34
San Pedro de Urabá	2.78
Caucasia	1.82
Mutatá	1.78
Sonsón	1.36
Vegachí	1.32
Fredonia	1.07
Angostura	0.92

Fuente: elaboración propia con base en los datos del CNA del 2014.

Municipios rurales de agricultura pobre –todos sus factores negativos–

En la tabla 9 aparecen 43 municipios para los cuales los tres factores son negativos; pero no se debe confundir con los primeros registros del IMA que son positivos. Si se revisa la fórmula del IMA, esto es factible porque el factor de insuficiencia es negativo y al estar precedido de signo negativo dentro de la fórmula es un componente aditivo, que dependiendo de su magnitud, puede contrarrestar las cifras negativas de los otros dos factores.

Un factor agrícola y pecuario negativo es un indicador de un municipio que no es agropecuario porque el tamaño de su actividad agropecuaria frente al promedio de Antioquia es menor, y que además, con el factor de insuficiencia negativo, sus productores agropecuarios cuentan

20 Previamente se referenciaron estudios que evalúan la asociación entre variables sociales y el desarrollo de la agricultura. Se recuerda que la mayor educación de las poblaciones agrícolas, las estimula a migrar a otras actividades; asimismo la densidad de población rural vinculada a predios de tamaño pequeño desincentiva la continuidad de la agricultura.

con condiciones sociales que no favorecen transitar hacia otras actividades económicas y, en consecuencia, se encuentran sumidos en una agricultura muy precaria y al mismo tiempo atrapados, sin posibilidades de transformación hacia otras actividades; por consiguiente, se trata de municipios que están en una trampa de pobreza agrícola.

Tabla 9. Todos los factores negativos

Municipio	IMA	Municipio	IMA	Municipio	IMA
Murindó	2.06	Cocorná	0.13	Liborina	-0.57801
Salgar	0.93	Gómez Plata	0.04	Caracolí	-0.62872
Yalí	0.84	Betania	-0.01598	Puerto Nare	-0.65156
Anorí	0.73	Uramita	-0.10616	Caicedo	-0.71891
Vigía del Fuerte	0.66	Nariño	-0.11699	Hispania	-0.751
Granada	0.45	Guadalupe	-0.11854	San Jerónimo	-0.76169
Remedios	0.36	Támesis	-0.15248	Briceño	-0.76744
Campamento	0.33	San Vicente	-0.21926	Peque	-0.78825
Concordia	0.29	Toledo	-0.31557	Cisneros	-0.85713
Amalfi	0.21	Sabanalarga	-0.35373	Giraldo	-0.87532
Cañasgordas	0.2	Valdivia	-0.37705	San Francisco	-0.94116
Argelia	0.17	Caramanta	-0.38113	Pueblorrico	-1.00469
Yondó	0.16	Anzá	-0.4627	Olaya	-1.0399
Ciudad Bolívar	0.15	San Luis	-0.46424	Alejandría	-1.25995
San Carlos	0.15	Heliconia	-0.47904		

Fuente: elaboración propia con base en los datos del CNA 2014.

Municipios no agropecuarios –factor agrícola y pecuario negativos e insuficiencia positiva–

La tabla 10 recoge la selección de 27 municipios que no son definitivamente agropecuarios, en vista de que ninguno de sus componentes muestra una inclinación –así sea débil– hacia una actividad agropecuaria. Su factor de insuficiencia positivo indica que sus productores agropecuarios se encuentran en municipios que no están en condiciones de favorecer la sostenibilidad de una agricultura, por las razones previamente planteadas en la explicación de este factor.

Tabla 10. Factor agrícola y pecuario negativos con insuficiencia positiva

Municipio	IMA	Municipio	IMA
Jericó	-0.49157	Abriaquí	-1.49528
Santa Bárbara	-0.64273	Sopetran	-1.50894
El Santuario	-0.78145	La Ceja	-1.55905
Maceo	-0.79438	Guatapé	-1.59991
Armenia	-0.80979	El Peñol	-1.70943
Puerto Berrío	-0.83184	Concepción	-1.90085
Marinilla	-0.94302	Guarne	-1.90332
San Rafael	-1.0291	Puerto Triunfo	-2.17843
Montebello	-1.11185	Itagüí	-2.31609
Carolina del Príncipe	-1.13326	Rionegro	-2.56648
Segovia	-1.16108	Sabaneta	-2.69087
Venecia	-1.27425	La Pintada	-2.79107
El Retiro	-1.35327	Envigado	-2.98632
Tarso	-1.47275	Copacabana	-3.08529

Fuente: elaboración propia con base en los datos del CNA de 2014.

Conclusiones

Partiendo de una muy breve descripción de la producción agropecuaria de Antioquia, utilizando los registros de producción y áreas sembradas, se pasa a una presentación del origen de los datos y de la técnica de componentes principales que soporta esta investigación.

Para la exposición de los resultados se hizo necesario otorgar un nombre a cada uno de los factores seleccionados. La manera de hacerlo se apoyó en las variables de mayor correlación con el factor; lo que permitió que para el factor primero y tercero se pudiera asignar su nombre de forma trivial. Por consiguiente, el factor primero se llama agrícola, porque se compone de producción y áreas sembradas. El factor tercero se define pecuario por conformarse por número de unidades productoras agropecuarias en producción de leche y cerdos cebados.

El factor segundo estructurado por las variables sociales, proporción de productores alfabetos, número de hogares por vivienda rural y población agrícola con afiliación subsidiada a salud se convierte en el elemento clave de este estudio, puesto que permite integrar una literatura que vincula la cobertura de servicios sociales con el desarrollo económico y el menor peso económico de la agricultura asociado a este desarrollo.

Para darle un nombre al segundo factor y facilitar su interpretación se parte de los indicadores básicos, que caracterizan una estructura agraria sugeridos por Bejarano en su obra citada. A mayor grado de desarrollo económico la proporción del PIB agropecuario se reduce y el número de agricultores con relación a la población ocupada también. Este mayor desarrollo económico va asociado a mayores coberturas de servicios sociales que al llegar a las poblaciones agrícolas pueden impactarlas en sus estructuras agrarias, reduciendo las posibilidades de expansión de la agricultura.

La cobertura en educación hacia las poblaciones agrícolas y sus posibilidades de migración hacia áreas urbanas es una de las relaciones referenciadas en este artículo y que apuntan a argumentar acerca de una relación inversa entre educación y expansión de actividad agrícola. El déficit en vivienda rural generado por un mayor número de hogares por vivienda rural se utilizó como un indicador indirecto de la cantidad de tierra disponible por agricultor.

Un incremento del número de hogares en poblaciones rurales es consecuencia de predios de tamaño relativamente pequeño, que limitan la cantidad de tierra disponible por agricultor afectando las posibilidades de incrementar la productividad del trabajo agrícola (Bejarano, 1998), así la magnitud del indicador ayuda a identificar municipios donde la agricultura puede tener menos posibilidades de expansión.

Respecto a la salud subsidiada se argumenta que se focaliza en poblaciones pobres y en particular en municipios de escaso desarrollo económico. Se asume que la proporción de agricultores bajo este régimen de salud, se vinculan aquellos donde hay poca variedad de actividades económicas y la agricultura, aunque es predominante, se hace a niveles bajos de productividad, lo que configura a municipios que pueden estar en una trampa de pobreza agrícola, una hipótesis establecida, pero no probada durante este estudio.

A partir de los indicadores sociales utilizados se determina el nombre que puede definir al factor segundo siendo este: insuficiencia para el desarrollo de la agricultura. Un puntaje positivo indica mayor insuficiencia y mientras sea más negativo reflejaría lo contrario. Definidos cada uno de los factores se pasa a la identificación de los municipios con las mayores puntuaciones para cada uno de los factores.

En cuanto al factor agrícola sobresalen municipios pertenecientes a las regiones de Urabá y Bajo Cauca. La mayor puntuación corresponde a Turbo con puntaje de 7.01. En el factor pecuario —leche y cerdos de ceba— los que cuentan con mayor posición relativa se encuentran en el norte de Antioquia, destacándose Santa Rosa de Osos con la mayor posición del departamento. Frente a la insuficiencia para el desarrollo de la agricultura, aquellos con mayor puntuación se encuentran en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, siendo la posición más alta para Caldas.

Del cálculo del IMA se hizo una posterior clasificación, para ampliar las posibilidades de interpretación. Por tanto, se estableció la categoría de municipios agropecuarios, determinados por contar con puntaje agrícola y pecuario positivo, pero insuficiencia para la agricultura negativa. Mediante este criterio se categorizaron 11 municipios de Antioquia, lo que permite afirmar que son pocos los municipios agropecuarios.

Para los municipios con cada uno de los factores con puntaje negativo se constituyó la clasificación de municipios de agricultura pobre, de baja productividad, que pueden vincularse a lo que aquí se denomina “trampa de pobreza agrícola”. Cuarenta y tres de ellos se relacionaron con este perfil.

La última categoría correspondió a municipios no agropecuarios con puntajes agrícolas y pecuarios negativos, pero insuficiencia positiva. Se encuentran 27 municipios sobre los cuales no habría posibilidades para expansión de la agricultura.

Los resultados que se presentan se soportan en la técnica de componentes principales; de ahí que sus alcances y limitaciones se supediten en parte a tal técnica. El índice agropecuario asumió igual peso para cada uno de los factores, lo que pudiera modificarse para soportar la estabilidad de los efectos de posición relativa actuales. A su vez, los métodos de rotación que se emplean bajo dicha técnica estadística pueden modificar las variables iniciales que integran un factor y por esa vía cambiar la interpretación de los resultados, lo que implica que para un mismo conjunto de datos se requiere de análisis más robusto.

A pesar de ello y de otras consideraciones propias de la técnica que van más allá del actual trabajo, los resultados encontrados abren posibilidades de otras investigaciones que vayan apuntando hacia la estructuración de políticas de seguridad alimentaria. Un índice como el propuesto, permite hacer una clasificación de los municipios que son agropecuarios y en la medida que haya más estudios robustos que apunten en mejorar dicha medición, es posible determinar la ruta alimentaria para Antioquia.

La ruta alimentaria se refiere a las acciones a emprender por parte de quienes toman decisiones económicas para el cumplimiento de objetivos de seguridad alimentaria. Por ejemplo, un municipio sin capacidad de desarrollo agrícola, su política de seguridad alimentaria va a depender más del mercado, contrario donde hay potencial para la agricultura, en particular de alimentos, cuya ruta alimentaria va a depender de programas que apunten a fortalecer su agricultura.

Referencias

- [1] Bejarano, J. A. (1998). *Economía de la agricultura*. Bogotá: Tercer Mundo Editores.
- [2] Bernal, J., Martínez, S. & Sánchez, J. (Septiembre de 2004). Modelización de los factores más importantes que caracterizan un sitio en la red. En M. Lafuente (Presidencia), *XII Jornadas de la Asociación Española de Profesores Universitarios de Matemáticas para la Economía y la Empresa*. Conferencia llevada a cabo en el congreso de ASEPUMA, Murcia, España.
- [3] Bravo-Ureta, B. E., Quiroga, R. & Brea, J. (1996). Migration Decisions, Agrarian Structure, and Gender: The Case of Ecuador. *The Journal of Developing Areas*, 30(4), 463-476. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/4192596>

- [4] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2009). *Metodología déficit de vivienda*. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Deficit_vivienda.pdf
- [5] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2016a). *Metodología General Tercer Censo Nacional Agropecuario*. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/agropecuario/metodologia_CNA-01_V1.pdf
- [6] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2016b). *Tercer Censo Nacional Agropecuario*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014#10>
- [7] De la Fuente-Fernández, S. (2011). *Análisis en componentes principales*. Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado de http://www.estadistica.net/Master-Econometria/Componentes_Principales.pdf
- [8] González-Martín, P., Díaz-De Pascual, A., Torres-Lezama, E. & Garnica-Olmos, E. (1994). Una aplicación del análisis de componentes principales en el área educativa. *Revista Economía*, 9, 55-72. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/19198/articulo4.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [9] Djurfeldt, G., Athreya, V., Jayakumar, N., Lindberg, S., Rajagopal, A. & Vidyasagar, R. (2008). Agrarian Change and Social Mobility in Tamil Nadu. *Economic and Political Weekly*, 43(45), 50-61. Recuperado de www.jstor.org/stable/40278752
- [10] Lora, E. (2008). *Técnicas de medición económica: metodología y aplicaciones en Colombia*. Bogotá: Alfaomega.
- [11] Midgley, J. & Tang, K. (2001). Social Policy, Economic Growth and Developmental Welfare. *International Journal of Social Welfare*, 10(4), 244-252. <https://doi.org/10.1111/1468-2397.00180>
- [12] Ricker-Gilbert, J., Jumbe, C. & Chamberlin, J. (2014). How Does Population Density Influence Agricultural Intensification and Productivity? Evidence from Malawi. *Food Policy*, 48, 114-128. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.02.006>
- [13] Sikorska, A. (2010). The Socio-Economic Factors Affecting the Development of Agricultural Land Market in Poland. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeliana Brunensis*, 58(6), 445-452. <https://doi.org/10.11118/actaun201058060445>
- [14] Tribín, J. (2016). *Sistema de abastecimiento alimentario. Bases para la inclusión de la agricultura familiar*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) – Gobernación de Antioquia – Gerencia de seguridad Alimentaria y Nutricional de Antioquia (MANÁ). Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i5213s.pdf>
- [15] Vijay, R. (2018). Agrarian Structure and Agrarian Relations: Illustrations from Village Studies. *Studies in Humanities and Social Sciences*, 13(2), 99-120.
- [16] Zago, N. (2016). Rural-Urban Migration, Youth, and Higher Education. *Revista Brasileira de Educação*, 21(64), 61-77. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782016216404>

Anexo

Tabla A1. Puntuaciones factoriales e IMA por municipio

Municipio	Factor agrícola	Factor pecuario	Factor de insuficiencia	IMA
Santa Rosa de Osos	0.78436	7.10873	-0.39961	8.2927
Turbo	7.03063	0.63744	0.54219	7.12588
Arboletes	2.35772	0.48785	-1.04388	3.88945
Cáceres	1.66992	0.48156	-1.64843	3.79991
Necoclí	1.16214	0.76363	-1.41929	3.34506
Donmatías	-1.06127	4.9025	0.79209	3.04914
San Pedro de Urabá	1.19413	0.36769	-1.2191	2.78092
Ituango	-0.16999	0.25136	-2.32797	2.40934
El Bagre	1.17137	-0.01632	-1.15684	2.31189
San Pedro de los Milagros	-0.08193	2.654	0.38527	2.1868
Murindó	-0.43829	-0.33764	-2.84434	2.06841
Apartadó	4.08684	-1.10899	0.92737	2.05048
Caucasia	0.29497	0.62995	-0.90295	1.82787
Yarumal	-0.16294	1.46602	-0.49804	1.80112
Dabeiba	0.51081	-0.0761	-1.36102	1.79573
Mutatá	0.80381	0.19221	-0.78455	1.78057
Andes	1.12262	-0.14471	-0.62011	1.59802
Chigorodó	2.11604	-0.29273	0.3606	1.46271
Sonsón	0.29686	0.36981	-0.69447	1.36114
Vegachí	0.83605	0.03971	-0.44392	1.31968
Buriticá	0.82427	-0.4136	-0.86255	1.27322
Ebéjico	-0.37044	0.69159	-0.90762	1.22877
Betulia	0.60105	-0.41636	-1.00529	1.18998
Tarazá	-0.04206	0.01152	-1.18381	1.15327
San Juan de Urabá	1.04555	-0.4927	-0.58549	1.13834
Fredonia	0.18767	0.86943	-0.01639	1.07349
Frontino	0.07066	-0.04255	-1.00691	1.03502
Salgar	-0.06527	-0.11573	-1.11994	0.93894
Angostura	0.244	0.21213	-0.46769	0.92382
Yalí	-0.04551	-0.15671	-1.04669	0.84447
Santo Domingo	-0.3028	1.27346	0.15212	0.81854

Municipio	Factor agrícola	Factor pecuario	Factor de insuficiencia	IMA
Medellín	-0.29529	2.22539	1.11214	0.81796
Anorí	-0.37109	-0.00169	-1.10831	0.73553
Yolombó	1.04347	-0.06821	0.26208	0.71318
Vigía del Fuerte	-0.04814	-0.43673	-1.15119	0.66632
San Roque	0.23442	-0.02216	-0.45078	0.66304
Enterríos	-0.20517	2.03058	1.19743	0.62798
Urao	0.14727	-0.19585	-0.63258	0.584
Zaragoza	1.13806	-0.7827	-0.21676	0.57212
Granada	-0.11879	-0.22071	-0.79379	0.45429
Nechí	0.61604	-0.39838	-0.23467	0.45233
Remedios	-0.29025	-0.01289	-0.66689	0.36375
Campamento	-0.37731	-0.39801	-1.11139	0.33607
Abejorral	0.18886	-0.07427	-0.18519	0.29978
Concordia	-0.08865	-0.15456	-0.5393	0.29609
Amalfí	-0.63431	-0.06745	-0.91901	0.21725
Cañasgordas	-0.24331	-0.30799	-0.75846	0.20716
Argelia	-0.38699	-0.31522	-0.87467	0.17246
Yondó	-0.14954	-0.01472	-0.32839	0.16413
Ciudad Bolívar	-0.1574	-0.30017	-0.61136	0.15379
San Carlos	-0.40282	-0.13392	-0.68958	0.15284
Cocorná	-0.1421	-0.35005	-0.63022	0.13807
Gómez Plata	-0.28554	-0.04479	-0.36938	0.03905
Santa Fe de Antioquia	0.05136	-0.48291	-0.4584	0.02685
Betania	-0.6005	-0.24882	-0.83334	-0.01598
Uramita	-0.70706	-0.35934	-0.96024	-0.10616
Nariño	-0.22899	-0.27067	-0.38267	-0.11699
Belmira	-0.67	0.63353	0.08188	-0.11835
Guadalupe	-0.58755	-0.2513	-0.72031	-0.11854
Carepa	3.38319	-1.3531	2.16248	-0.13239
Támesis	-0.30821	-0.01979	-0.17552	-0.15248
Barbosa	-0.79235	1.82505	1.18608	-0.15338
Angelópolis	-0.47368	0.50087	0.19455	-0.16736
Valparaíso	-0.91198	0.02719	-0.68507	-0.19972
San Vicente	-0.0826	-0.18521	-0.04855	-0.21926

Municipio	Factor agrícola	Factor pecuario	Factor de insuficiencia	IMA
Toledo	-0.69127	-0.4706	-0.8463	-0.31557
Sabanalarga	-0.79016	-0.24965	-0.68608	-0.35373
Valdivia	-0.40515	-0.20035	-0.22845	-0.37705
Caramanta	-0.79149	-0.21333	-0.62369	-0.38113
La Unión	0.33818	0.2793	1.00827	-0.39079
Anzá	-0.28697	-0.36115	-0.18542	-0.4627
San Luis	-0.57551	-0.34603	-0.4573	-0.46424
Heliconia	-0.53272	-0.18922	-0.2429	-0.47904
Jericó	-0.08301	-0.32515	0.08341	-0.49157
El Carmen de Viboral	0.26688	0.0082	0.77559	-0.50051
Bello	-0.54642	0.76948	0.75543	-0.53237
Liborina	-0.72482	-0.35202	-0.49883	-0.57801
Caracolí	-0.6119	-0.1296	-0.11278	-0.62872
Santa Bárbara	-0.20683	-0.08554	0.35036	-0.64273
Puerto Nare	-0.73229	-0.07128	-0.15201	-0.65156
Caicedo	-0.59269	-0.58998	-0.46376	-0.71891
Hispania	-0.71224	-0.28943	-0.25067	-0.751
San Jerónimo	-0.35836	-0.50371	-0.10038	-0.76169
Briceno	-0.7194	-0.30093	-0.25289	-0.76744
El Santuario	-0.5074	-0.12871	0.14534	-0.78145
Peque	-0.28593	-0.85701	-0.35469	-0.78825
Maceo	-0.16108	-0.40288	0.23042	-0.79438
Armenia	-0.31371	-0.36973	0.12635	-0.80979
Puerto Berrío	-0.01763	-0.00984	0.80437	-0.83184
Cisneros	-0.77437	-0.32672	-0.24396	-0.85713
Giraldo	-0.39346	-0.62572	-0.14386	-0.87532
San Francisco	-0.50673	-0.76899	-0.33456	-0.94116
Marinilla	-0.07853	-0.12207	0.74242	-0.94302
Jardín	0.26314	-0.79572	0.43026	-0.96284
Pueblorrico	-0.43439	-0.64013	-0.06983	-1.00469
San Rafael	-0.25085	-0.66956	0.10869	-1.0291
Olaya	-0.61585	-0.53566	-0.11161	-1.0399
San Andrés de Cuerquia	0.00984	-0.73585	0.33196	-1.05797
Montebello	-0.3132	-0.53577	0.26288	-1.11185

Municipio	Factor agrícola	Factor pecuario	Factor de insuficiencia	IMA
Carolina del Príncipe	-0.69277	-0.1982	0.24229	-1.13326
Segovia	-0.4615	-0.44453	0.25505	-1.16108
Alejandro	-0.8336	-0.48051	-0.05416	-1.25995
Venecia	-0.36972	-0.1927	0.71183	-1.27425
Titiribí	-0.50653	0.07288	0.87918	-1.31283
El Retiro	-0.31655	-0.03866	0.99806	-1.35327
Tarso	-0.24302	-0.52411	0.70562	-1.47275
Abriaquí	-0.44447	-0.64931	0.4015	-1.49528
Sopetrán	-0.34916	-0.46256	0.69722	-1.50894
La Ceja	-0.00142	-0.19844	1.35919	-1.55905
Guatapé	-0.79902	-0.34056	0.46033	-1.59991
Girardota	-0.34483	0.89079	2.14766	-1.6017
La Estrella	-0.99541	0.00199	0.69249	-1.68591
El Peñol	-0.20843	-0.5813	0.9197	-1.70943
Concepción	-0.17722	-0.8587	0.86493	-1.90085
Guarne	-0.24103	-0.23157	1.43072	-1.90332
Puerto Triunfo	-0.29834	-0.57402	1.30607	-2.17843
Amagá	-0.2743	0.47348	2.39042	-2.19124
Itagüí	-0.63107	-0.62796	1.05706	-2.31609
Rionegro	-0.23589	-0.16079	2.1698	-2.56648
Sabaneta	-0.70447	-0.23178	1.75462	-2.69087
Caldas	-0.20507	0.54779	3.03985	-2.69713
La Pintada	-0.00737	-1.22828	1.55542	-2.79107
Envigado	-0.53688	-0.31339	2.13605	-2.98632
Copacabana	-0.26137	-0.75057	2.07335	-3.08529
San José de la Montaña	0.3617	-1.32108	2.75661	-3.71599

Fuente: elaboración propia.