

# Análisis de la resiliencia en la producción avícola a nivel mundial mediante curva de Kuznets<sup>1</sup>

Francia Rengifo Palacios<sup>2</sup>, Mónica María Estrada Pareja<sup>3</sup>, Camilo Alberto Calle Velásquez<sup>4</sup> y Luis Fernando Galeano Vasco<sup>5</sup>

## Resumen

**Introducción.** En este estudio se demuestra cómo el crecimiento del sector avícola está ligado a la producción de emisores contaminantes y enriquece la discusión acerca de la capacidad de recuperación ambiental que poseen los sistemas productivos. **Objetivo.** Detectar posibles factores que influyen la recuperación ambiental, y que permitan diseñar modelos productivos resilientes. **Materiales y métodos.** Aplicando el modelo de la curva ambiental de Kuznets, se analizó la relación existente entre las emisiones N<sub>2</sub>O, procedente de la gestión del estiércol avícola y la cantidad de producción del sector a nivel mundial, entre los años 1961 y 2014, identificando los países que cumplen con dicho modelo,

el cual indica que a medida que aumenta la producción las emisiones tienden disminuir. Para ello, se utilizaron datos de la Faostat, Banco Mundial de Datos y la OCDE, los cuales fueron estudiados mediante análisis gráfico, modelo cuadrático y análisis factorial múltiple para datos mixtos, por medio del programa R Studio. **Resultados.** Los ingresos y el desarrollo económico, representado por medio de los países que pertenecen a la OCDE, es uno de los principales factores que explican la relación entre las emisiones y la productividad en países resilientes, o sea que presentaron una curva de Kuznets.

**Conclusiones.** Estos resultados abren el debate sobre las condiciones particulares que hacen que este fenómeno se presente; una de éstas es el uso de tecnologías, las

1 Artículo original derivado del proyecto de Maestría en Ciencias Animales de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia. Financiado por los autores. Período de realización: febrero de 2017 a diciembre de 2018. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia.

2 M. Sc en Ciencias Animales, Zootecnista de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. e-mail: francia.rengifo@udea.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0428-1730>

3 M. Sc en Ciencias Animales, Esp. en Gerencia Agro-ambiental, Zootecnista, Docente de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, e-mail: monicamariae@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4511-5325>

4 M. Sc en Etnografía y Antropología. Universidad de Barcelona, Antropólogo. Universidad de Antioquia. Docente investigador de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de la Universidad de Medellín, Coordinador de la Maestría en Educación, Grupo de Investigaciones en Educación, Sociedad y Paz (Categoría A Colciencias), Docente de la Maestría en Conflicto y Paz de la misma Universidad. Código orcid: 0000-0002-5603-7609 Email: jucvasquez@udem.edu.co M. Sc en Ciencias Animales, Zootecnista, Docente Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. e-mail: camicalle@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2029-6120>

5 PhD en Ciencias Animales, M. Sc. en Ciencias Animales, Zootecnista, Docente de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. e-mail: luis.galeano@udea.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6842-3945>

Autor para correspondencia: Francia Rengifo Palacios [francia.rengifo@udea.edu.co](mailto:francia.rengifo@udea.edu.co)

Recibido: 22/01/2019 Aceptado: 24/07/2019

cuales aumentan la eficiencia en el uso de los recursos permitiendo, a su vez, minimizar las externalidades en los sistemas avícolas.

**Palabras clave:** ave de corral, economía, medio ambiente.

## Analysis of worldwide poultry production resilience through Kuznets Curve

### Abstract

**Introduction.** This study proves how poultry sector growth is linked to the production of polluting emissions and enriches the discussion about the environmental recovery capacity of productive systems. **Objective.** To detect possible factors that influence environmental recovery, and to design resilient production models. **Materials and methods.** By applying the Environmental Kuznets Curve model, the relationship existing between  $N_2O$  emissions from the poultry manure management and the worldwide sector production between 1961 and 2014 is analyzed, identifying the countries that follow such model, which indicates that as production increases, emissions tend to decrease. To do so, FAOSTAT, World Food Bank and OECD data were used, which were studied by graphic analysis, quadratic model and multiple factor analysis for mixed data, through the R Studio program. **Results.** Incomes and economic development, represented by the countries belonging to the OCDE, are one of the main factors that explain the relationship between emissions and productivity in resilient countries, that is, they presented a Kuznets Curve. **Conclusions.** These results pave the way for the argument about the particular

conditions that cause this phenomenon to occur, one of which is the use of technology, which may increase efficiency in the use of resources, thereby allowing to minimize the poultry system externalities.

**Keywords:** poultry, economy, environment

## Análise da resiliência na produção mundial de aves mundial usando a curva de Kuznets

### Resumo

**Introdução.** Neste estudo demonstra-se como o crescimento do setor avícola está ligado à produção de emissores poluentes e enriquece a discussão sob a capacidade de recuperação ambiental que possuem os sistemas produtivos. **Objetivo.** Detectar possíveis fatores que influenciam na recuperação ambiental, e que permitam desenhar modelos produtivos resilientes. **Materiais e métodos.** Aplicando o modelo da curva ambiental de Kuznets, analisou-se a relação existente entre as emissões  $N_2O$ , procedente da gestão do estrume avícola e a quantidade de produção do setor à nível mundial, entre os anos 1961 e 2014, identificando os países que cumprem com dito modelo, o qual indica que, conforme a produção aumenta, as emissões tendem a diminuir. Para isso, utilizaram-se dados da Faostat, Banco Mundial de Dados e a OCDE, onde foram estudados mediante análise gráfica, modelo quadrático e análise fatorial múltiplo para dados mistos, através do programa R Studio. **Resultados.** Os ingressos e o desenvolvimento económico, representado por meio dos países que pertencem à OCDE, é um dos principais

fatores que explicam a relação entre as emissões e a produtividade em países resilientes, o seja que apresentaram uma curva de Kuznets.

**Conclusões.** Estes resultados abrem o debate sobre as condições particulares que fazem que este fenómeno se apresente; uma de

elas é o uso de tecnologias, que aumentam a eficiência no uso dos recursos, ao mesmo tempo que minimizam as externalidades nos sistemas avícolas.

**Palavras chave:** ave de curral, economia, meio ambiente.

## Introducción

La industria avícola es un sector dinámico de positivo crecimiento, con un aporte fundamental para la seguridad alimentaria por su alta productividad de alimentos ricos en nutrientes (FAO 2016); como efecto, en el proceso de producción se generan residuos orgánicos con emisiones contaminantes, entre ellos el óxido nitroso  $N_2O$ , aproximadamente en un 57 %; el monóxido de  $CO_2$  en el 38 %, y el metano  $CH_4$  con 5 % de las emisiones totales; esto en cuanto a gases de efecto invernadero (Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson 2013; Vergé, Dyer, Desjardins & Worth 2009) con base en la eficacia demostrada y en la viabilidad para la adopción. La revisión se circunscribió deliberadamente a los experimentos in vivo, buscando reflejar aquello que se puede lograr a partir de las prácticas de mitigación disponibles. Esta detallada evaluación será una fuente de información para la industria pecuaria, la academia y las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales interesadas en diseñar estrategias de intervención para el sector. También ayudará a identificar las prioridades de investigación y de desarrollo en el área. Es importante señalar que este trabajo proporciona información inicial, aunque fundamental, para la elaboración de análisis más profundos y cuantitativos. La revisión

se enfoca en prácticas de mitigación individuales, sin embargo, es posible aumentar la eficacia de dichas prácticas cuando son combinadas en paquetes de intervención que se ajustan a los sistemas de producción y a sus entornos. El diseño de las intervenciones para disminuir las emisiones de gases en el sector requiere también un entendimiento profundo de los efectos que pueden tener estas intervenciones en factores como los costos de producción, la competitividad y los riesgos que atañen a los grupos interesados a lo largo de la cadena de suministro, así como su impacto sobre bienes y servicios ambientales como el agua y la biodiversidad. Un análisis más amplio ayudará a formular intervenciones que puedan contribuir a los múltiples objetivos sociales del sector, que incluyen la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza, el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental. Por", "author": [{"dropping-particle": "", "family": "Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson", "given": "Harinder P.S. Makkar", "non-dropping-particle": "", "parse-names": false, "suffix": ""}], "id": "ITEM-1", "issue": "2013", "issued": {"date-parts": [{"2013}], "title": "MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA PRODUCCIÓN GANADERA", "type": "article-journal", "uris": [{"http://www.mendeley.com/documents/?uuid=8a37b918-6c11-348a-880e-78529847"}]

da06”}]],”mendeley”:{“formattedCitation”}”(Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson, 2013. Analizando la capacidad de resiliencia del sistema cuando es sometido a exigencias, presiones productivas, económicas y ambientales para sortear las dificultades, es importante investigar cómo estos factores se pueden correlacionar y así determinar tanto alternativas como oportunidades de mejora. Para tal efecto, existen modelos que explican la relación entre contaminación y desarrollo económico; uno de ellos es el modelo de la curva medio ambiental de Kuznets, el cual, enfatiza que a corto plazo el incremento en las emisiones es causado por el alza de la actividad económica relacionada con la productividad en sistemas avícolas; pero que a largo plazo este vínculo se invierte (Correa et al. 2005, Apablaza y Contreras 2016). En este estudio se adaptó el modelo de Kuznets para el sector avícola relacionando las emisiones contaminantes frente a la producción con el fin de evaluar la capacidad de resiliencia del sistema.

## Materiales y métodos.

Del sitio web de la Faostat, se obtuvo una base de datos con las variables: emisiones de N<sub>2</sub>O derivados de la gestión del estiércol avícola y cantidad de producción en toneladas; posteriormente, se seleccionaron los países reportados con ambas variables entre los años 1961 y 2014, identificando 130 de ellos con 24.912 datos para los análisis de producción de huevo y 99 más con 18.612 datos para la producción de carne, para un total de 43.524 registros.

Se graficaron las variables para cada país, esperando hallar alguna tendencia cuadrática, escogiendo los 20 países principales en producción avícola a nivel mundial según

reportes de la FAO (2016) y se aplicó el modelo establecido por la teoría de Kuznets, donde:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{t1} + \beta_2 X_{t2} + \dots + \beta_t X_t + \varepsilon_t, \\ t=1, 2, 3, \dots, T,$$

Y = Emisiones de N<sub>2</sub>O

× = Producción en toneladas

β = Betas o estimadores

t = Tiempo en años entre 1961 a 2014

ε = Error

Esta ecuación permite establecer si hay relación de U invertida, dado que ésta cumple la restricción:  $\beta_1 > 0$   $\beta_2 < 0$   $\beta_3 = 0$ . Existe un punto de inflexión determinado como  $(-\beta_1 / 2\beta_2)$  (Catalán 2014).

Una vez identificados los países que cumplieron con el modelo cuadrático, se descargaron nuevas variables de la página del Banco Mundial de Datos, de la Faostat y de la OCDE definidas a priori, buscando detectar factores en común que puedan explicar la tendencia resiliente en algunos sistemas avícolas a nivel global.

Consecutivamente, las nuevas variables se evaluaron mediante un Análisis Factorial Múltiple para Datos Mixtos (AFDM), empleando el paquete FactoMiner del programa R versión 1.1.419. (Husson, Josse, Le y Maintainer, 2017) y el Factoextra (Kassambara y Mundt, 2016), analizado en el software libre R.

## Resultados

El 34.4 % de los 99 países evaluados en pollo tienden a formar una parábola; la predisposición cuadrática en la producción

de huevo se evidencia en 38 países de los 130 evaluados, representando un 29,2 %.

Véase el gráfico 1.

Países productores de carne de pollo		Países productores de huevo	
Argentina	Islandia	Albania	Irán
Australia	Kenia	Argelia	Islandia
Azerbaiyán	Malawi	Armenia	Japón
Bangladesh	Marruecos	Australia	Jordania
Bosnia	Namibia	Barbados	Kurdistán
Brasil	Nicaragua	Bélgica	Latvia
Chile	Nigeria	Belize	Mali
China continental	Paraguay	Bolivia	Malta
Colombia	Perú	Bosnia	México
Czechia	Pilipina	Cabo verde	Nepal
Ecuador	Sir Lanka	Chile	Nicaragua
Estados Unidos	Sudáfrica	Ciprés	Paraguay
Fiji	Sudán	Ecuador	Perú
Germania	Turquía	España	Polonia
Grecia	Uruguay	Egipto	Portugal
Guinea	Vietnam	Fiji	Serbia
		Francia	Tayikistán
		Georgia	República Dominicana
		Honduras	Venezuela

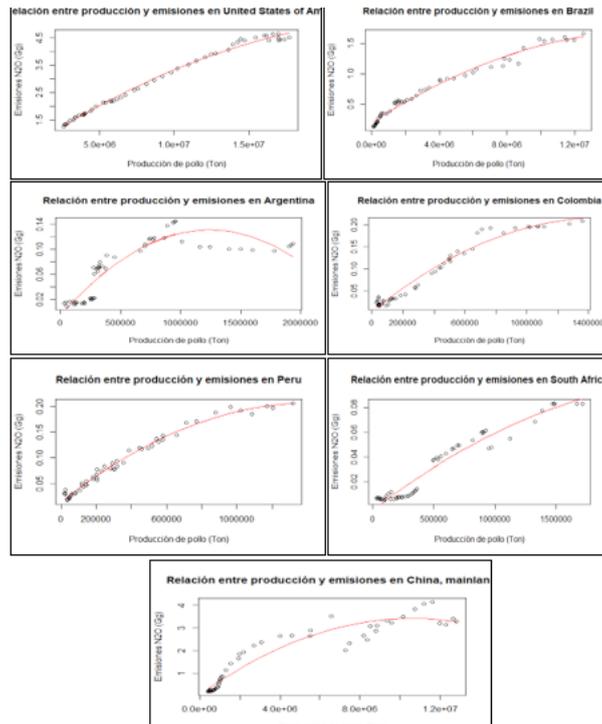
**Gráfico 1.** Países con tendencia a la curva de Kuznets

**Fuente:** elaborado por los autores

#### *Validación de la curva ambiental de Kuznets*

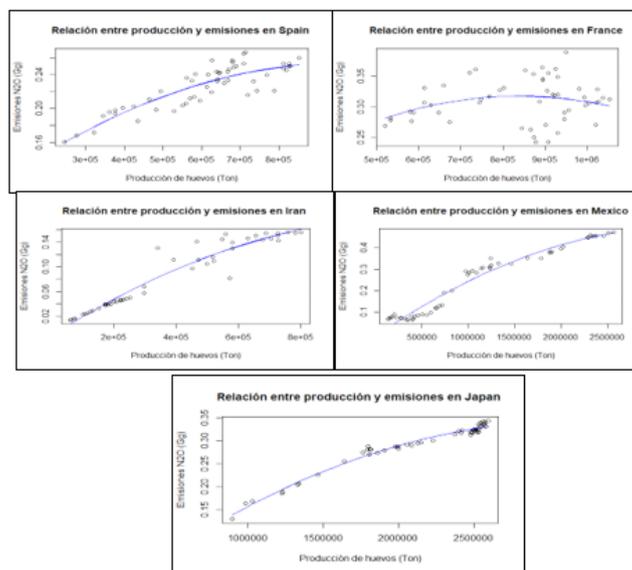
Este modelo fue validado en los principales 20 países productores avícolas. En cuanto al pollo de engorde, se halló que entre 34 países con tendencia a la formación de la parábola, sólo 7 (26,6 %), están entre los principales productores a nivel mundial. Respecto a la

producción de huevo, de los 38 países que evidenció la función cuadrática, 5 pertenecen a este grupo, es decir, el 13 %. En el gráfico 2 se observa la curva ambiental de Kuznets que se forma en Estados Unidos, Brasil, China, Argentina, Sudáfrica, Perú y Colombia, en la producción del pollo de engorde.



**Gráfico 2.** Análisis gráfico de los principales productores de carne de pollo con tendencia cuadrática.  
**Fuente:** elaborado por los autores

En el gráfico 3 se observa la curva ambiental de Kuznets que se forma en México, Japón, Irán, Francia y España en la producción de huevo.



**Gráfico 3.** Análisis gráfico de los principales productores de huevo con tendencia cuadrática.  
**Fuente:** elaborado por los autores

En gráfico 4 se registra el rango de producción de pollo y huevo en los países con la tendencia de Kuznets.

Países productores de carne de pollo	Puesto	Países productores de huevo	Puesto
Estados Unidos	1	México	5
Brasil	2	Japón	6
China continental	4	Irán	10
Argentina	12	Francia	12
Sud África	14	España	16
Perú	19		
Colombia	20		

**Gráfico 4.** Países con tendencia de la curva ambiental de Kuznets, entre los principales productores  
**Fuente:** Faostat 2016.

Dada la relación que estos betas tienen con el comportamiento del fenómeno en estudio, la interpretación del modelo cuadrático cobra especial importancia. Resulta interesante entonces interpretar los beta cero, toda vez que estos evidencian el nivel productivo base del país, es decir, el nivel sobre el que comienza a darse el crecimiento, el cual puede estar muy correlacionado con el tamaño del mercado. En este sentido, se puede ver cómo la industria de huevo en Francia es el más grande detrás del de Japón y México. Igualmente, los beta uno explican el nivel de crecimiento de la curva. Al observar ambos betas (uno y cero) en el mercado del huevo, se percibe una relación inversa entre las tasas de crecimiento y el tamaño de dicha industria. Irán por ejemplo tiene un beta cero de 0,08 y un beta uno de 0,37, mientras que Francia tiene 0,30 y 0,04, respectivamente. Sin embargo, el caso de México es especialmente interesante, ya que posee un beta cero alto (0,24) y un beta uno alto (1,06), lo que demanda un análisis más profundo de las razones que

determinan estos crecimientos. Puede decirse que, el crecimiento del mercado de huevos en México obedece más al tamaño de su población que al ingreso per cápita, mientras que en Francia el crecimiento está más correlacionado con el ingreso per-cápita que con el tamaño de la población.

Los beta dos representan la tasa de desaceleración de las emisiones. De igual forma, se puede ver cómo la mayor desaceleración de la tasa de contaminación del huevo la posee México, seguido por Japón y Francia, (ver gráfico 6). Esto puede relacionarse con los consumos per-cápita de huevo y pollo de tales países, los cuales están por encima de las 360 unidades persona año, lo que denota un alto nivel de saturación en el mercado, que se traduce en una desaceleración de dicha demanda y posterior disminución en la tasa de crecimiento del sector pollo y huevo.

Países en producción de carne de pollo	R-Cuadrado ajustado	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$-\beta_1/2\beta_2$	p-v $\beta_0$	p-v $\beta_1$	p-v $\beta_2$
Estados Unidos	0,99	2,92	8,69	-0,89	4,9	***	***	***
Brasil	0,98	0,72	3,41	-0,46	3,7	***	***	**
China	0,91	1,68	8,95	-2,55	1,8	***	***	***
Argentina	0,85	0,07	0,23	-0,18	0,6	***	***	***
Sud África	0,95	0,03	0,19	-0,02	4,8	***	***	***
Perú	0,99	0,09	0,40	-0,08	2,5	***	***	***
Colombia	0,97	0,08	0,49	-0,09	2,7	***	***	***

\*ns p>0,05 No significativa. \* P<0,05 Significativa estadísticamente. \*\*\* p<0,001 significancia alta

**Gráfico 5.** Evaluación del modelo cuadrático de los principales productores de carne de pollo con tendencia de la curva de Kuznets

**Fuente:** elaborado por los autores

En este orden, se evidencia que los datos en producción de pollo en todos los países se ajustan a los parámetros del modelo cuadrático. En el gráfico 5 puede verse cómo los modelos de Perú y Estados Unidos poseen coeficientes de determinación ajustados muy altos (>99,9 %), gracias a las estructuras de sus mercados. Una forma de medirlo, puede ser mediante el coeficiente de Herfindahl e Hirschman, el cual calcula el grado de

concentración del mercado y es de esperarse, que se obtengan resultados similares, dado la alta concentración del mercado del pollo en Perú y Estados Unidos. La tasa de reducción más elevada de las emisiones se observa en China seguida por Estados Unidos.

En el gráfico 6 se indica el modelo cuadrático de los principales países productores de huevo.

Países en producción de huevo	R-Cuadrado ajustado	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$-\beta_1/2\beta_2$	p-v $\beta_0$	p-v $\beta_1$	p-v $\beta_2$
México	0.96	0.24	1.06	-0.15	7.1	***	***	***
Japón	0.98	0.29	0.37	-0.07	5.1	***	***	***
Irán	0.94	0.08	0.37	-0.04	9.3	***	***	**
Francia	0.04	0.31	0.04	-0.05	0.8	***	ns	ns
España	0.75	0.23	0.23	-0.03	7.7	***	***	*

\*ns p>0,05 No significativa. \* P<0,05 Significativa estadísticamente. \*\*\* p<0,001 significancia alta

**Gráfico 6.** Evaluación del modelo cuadrático para los principales productores de huevo con tendencia a la curva de Kuznets.

**Fuente:** elaborado por los autores

En la producción de huevo, se observa que todos los países se ajustan a los parámetros del modelo cuadrático, excepto Francia, que tiene el nivel de productividad más grande seguido por Japón, mientras que la tasa de reducción más alta se observa en México.

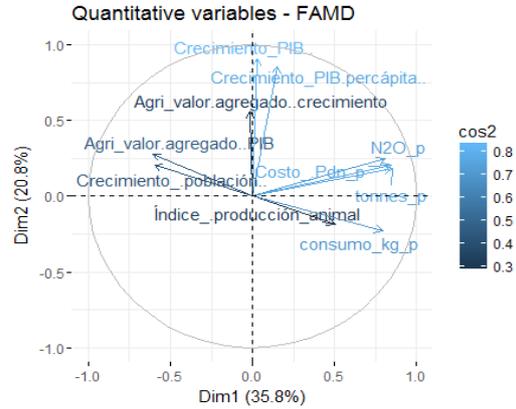
Es importante resaltar el sistema de producción avícola en países como Perú, Australia, Chile, Venezuela, Ecuador, Fiji y Tayikistán, pues al lograr formar las curvas, indican que en ambas producciones están empleando similares avances tecnológicos, normatividad ambiental y conceptos resilientes.

*Análisis factorial múltiple para datos mixtos para producción de carne de pollo*

Entre las dos primeras dimensiones se explica el 56,61 % de la variación.

Las variables más representativas para la construcción de la primera dimensión son: producción en toneladas de carne de pollo, emisiones de N<sub>2</sub>O, valor de producción y consumo de carne de pollo; y las de más relevancia en el segundo componente son: crecimiento del PIB (% anual), crecimiento del PIB per cápita (% anual) y valor agregado de la agricultura (% del crecimiento anual).

En el gráfico 7 se aprecian las variables en ambas dimensiones en la producción de pollo.

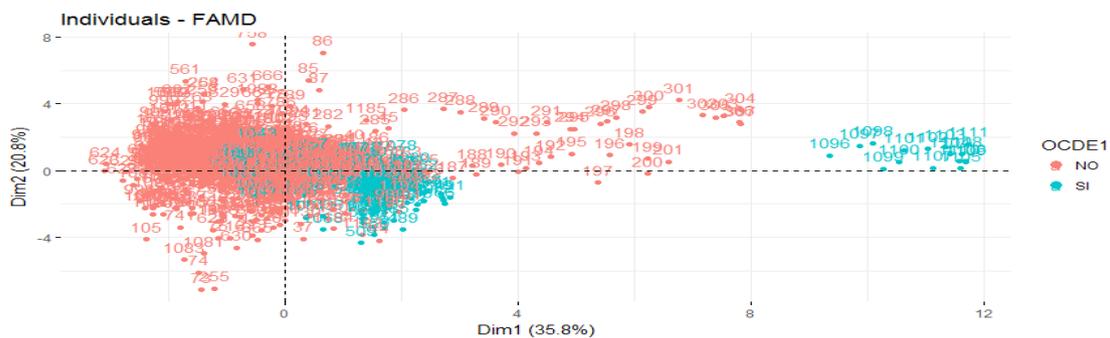


**Gráfico 7.** Contribución de las variables en la producción de carne de pollo.

**Fuente:** elaborado por los autores

Puede establecerse entonces que existe correlación positiva entre variables de emisiones de N<sub>2</sub>O y producción en toneladas, al igual que con el consumo de pollo y el costo de producción. También se caracterizan por un menor crecimiento poblacional, donde la agricultura no representa un porcentaje significativo en la construcción del PIB nacional.

En el gráfico 8 se aprecian las variables dicotómicas para la producción de pollo.

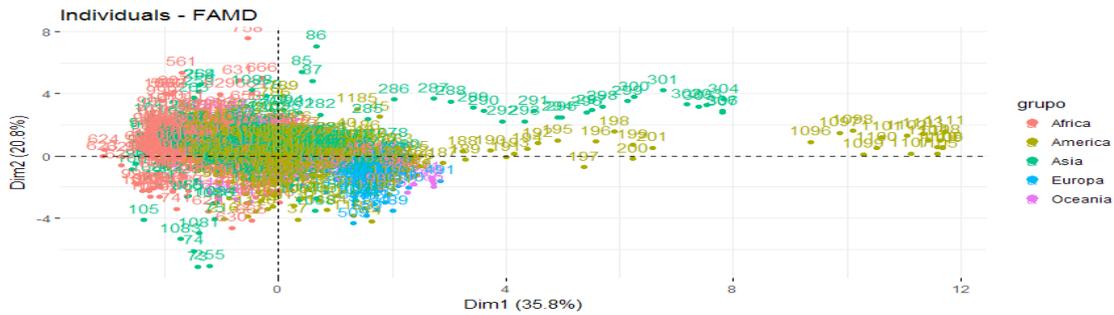


**Gráfico 8.** Comportamiento de los países pertenecientes a la OCDE en la producción de carne de pollo.

**Fuente:** elaborado por los autores

En los países pertenecientes a la OCDE, se muestra la variable cualitativa dicotómica más representativa en la dimensión 1.

En el gráfico 9 se aprecian las variables suplementarias politómicas para la producción pollo.



**Gráfico 9.** Comportamiento de los continentes en la producción de carne de pollo.

**Fuente:** elaborado por los autores.

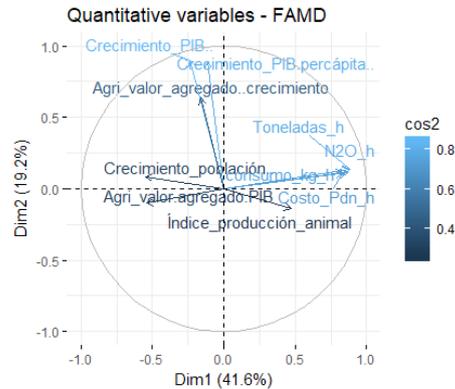
Los continentes con tendencia semejante a adoptar la variable de emisión de  $N_2O$ , son: Europa, Oceanía y América (parcialmente), mientras que los países africanos y algunos asiáticos son los más alejados de esta tendencia.

crecimiento del PIB per cápita (% anual) y valor agregado de la agricultura (% del PIB), asociado a las características macroeconómicas de los países.

Análisis factorial múltiple para datos mixtos para la producción de huevo

En el gráfico 10 se indican las variables en ambas dimensiones en la producción de huevo.

La relación entre la variable emisiones de  $N_2O$  y la producción en toneladas es similar al vínculo que se observa entre el valor de producción y el consumo de huevo.



**Gráfico 10.** Contribución de las variables en la producción de huevo.

**Fuente:** elaborado por los autores

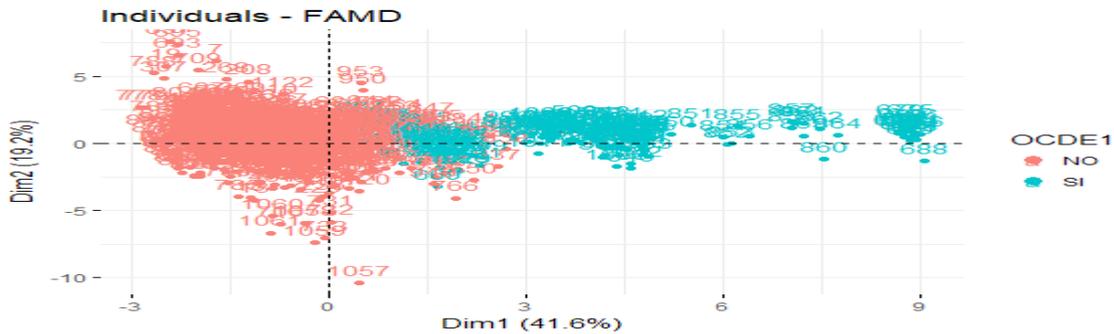
Entre las dos primeras dimensiones se explica el 60,744 % de la variación. Las variables producción de huevo en toneladas, emisiones de  $N_2O$ , valor de producción y consumo de huevo por persona, son las que más aportan a la construcción de la primera dimensión, por lo que se denomina *dimensión de producción de huevo*, dado que, en la obtención de carne de pollo existe dependencia entre el valor de producción, asociado al consumo con la producción y generación de  $N_2O$ .

Al igual que los resultados dados en la producción de carne de pollo, se pone de manifiesto la correlación positiva entre variables de emisiones de  $N_2O$  con la producción en toneladas, así como el consumo de huevo y el costo de producción,

Los que más aportan al segundo componente son: crecimiento del PIB (% anual),

caracterizados por un menor crecimiento poblacional y la agricultura, donde el crecimiento anual como la construcción de PIB nacional es poco representativo. Por su parte, la tasa de crecimiento poblacional asume una correlación negativa; es decir, a

menor crecimiento mayor consumo. En este sentido, las correlaciones anteriores marcan una tendencia muy similar a la producción de carne de pollo. En el gráfico 11 se observa la contribución de las variables dicotómicas para la producción de huevo.



los países más desarrollados. Así mismo, esta premisa también es confirmada por Catalán (2014), al investigar y concluir entre 144 países durante 20 años, que la relación de las emisiones per cápita de CO<sub>2</sub> con el PIB per cápita en los países más desarrollados revelan una reducción en los niveles de emisiones. No obstante, esta teoría no se había sustentado en el sector avícola.

Por lo tanto, este estudio reafirma que la capacidad de disminución de las emisiones está dada más en aquellos países que aún figuran como productores principales, gracias al grado de tecnificación industrial, pero reconociendo a su vez, que la visual labor resiliente se encuentra en los pequeños productores.

Seguidamente, el comportamiento de las emisiones de N<sub>2</sub>O en relación con la cantidad de producción, señala un mayor grado de resiliencia en la obtención de pollo de engorde, que en la producción de huevo. Determinando, así mismo, que las emisiones no están dadas únicamente por el volumen productivo del sector.

Al practicar un análisis factorial mixto, se logró establecer cómo es el comportamiento productivo y macroeconómico de estos países, arrojando que hay una tendencia en la disminución de las emisiones en aquellos que son miembros de la OCDE, dado que esta organización promueve la competitividad y sostenibilidad ambiental del sector agrícola. Sobre esta línea, lo reafirman Díaz y Cancelo (2008), al plantear paralelamente con los resultados obtenidos que haber alcanzado un elevado PIB per cápita fue determinante para iniciar la transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB; como bien predice la hipótesis de la curva de Kuznets.

Cabe resaltar el comportamiento adoptado por la industria avícola en países emergentes

como México, Perú, Argentina, Brasil y Colombia, que además de estar entre los 20 principales productores, sus emisiones tienden a formar una parábola; sin embargo, esto va en contraposición a lo reportado por Temkin, Ávila y Martínez (2018), quienes muestran que las emisiones se correlacionan positivamente con el grado de inserción de los países en la economía global y aunque se observa un cambio gradual hacia la producción más limpia, las emisiones continúan creciendo por falta de capacidad institucional para proteger el ambiente. Como bien establece Urrieta (2017), el cuidado y la protección ambiental no se contempla cuando la población ha cubierto sus necesidades básicas y goza de cierto nivel de ingreso. Es allí cuando debe iniciarse un proceso de concientización y toma de acciones para resolver el cúmulo de problemas ambientales.

A la luz de lo anterior, se puede establecer que existe correlación positiva entre las variables de *emisiones de N<sub>2</sub>O y producción en toneladas*, así como entre *consumo de pollo y costo de producción*. Esto explica que estas variables han reflejado un comportamiento similar en los diferentes países, en los que además se observa menor crecimiento poblacional. En el caso de países europeos, esta tendencia es registrada por Melorose, Perroy y Careas (2015), afirmando que se espera un descenso en la población de más del 15 % para el año 2050 y que la agricultura no representa un porcentaje significativo en la construcción del PIB nacional. Se expresa así una relación positiva entre el consumo y la producción de carne de pollo, al ser una proteína de alto valor biológico, económica y que no va en contra de aspectos religiosos o socioculturales, además de ser un factor importante en la nutrición humana, como

queda contemplado en Bruyn et al (2017) early initiation of complementary feeding, and monotonous cereal-based diets have been implicated as contributors to continuing high rates of child undernutrition in sub-Saharan Africa. Nutrition-sensitive interventions, including agricultural programs that increase access to nutrient-rich vegetables, legumes, and animal-source foods, have the potential to achieve sustainable improvements in children's diets. In the quest to evaluate the efficacy of such programs in improving growth and development in the first 2 years of life, there is a role for mixed methods research to better understand existing infant and young child feeding practices. This analysis forms part of a longitudinal study assessing the impact of improvements to poultry health and crop production on diets and growth of 503 randomly selected children from eight rural communities in Manyoni District in central Tanzania. Using an explanatory sequential design, the quantitative phase of data collection was conducted between May 2014 and May 2016, comprising six monthly structured questionnaires, four monthly household-level documentation of chicken and egg consumption, and fortnightly records of children's breastfeeding status. The subsequent qualitative phase involved in-depth interviews with a subset of 39 mothers in October 2016. Breastfeeding was almost universal (96.8%), quien describe la importancia de la carne de pollo y el huevo para la nutrición infantil.

## Conclusiones

La adaptación de la teoría planteada por la curva ambiental de Kuznets abrirá caminos para potenciar el crecimiento y desarrollo económico, como base para la sustentabilidad

del medio ambiente. Ahora bien, la nueva adecuación de curva productiva-ambiental de Kuznets, presenta como recurso a favor de la resiliencia ambiental, el mejoramiento tecnológico en la producción de huevo y carne de pollo por medio de estrategias como el fortalecimiento genético, uso de instalaciones óptimas para cada entorno, dietas por fases, protocolo para el manejo de las excretas y desechos, entre otros, para que los sistemas avícolas sean sostenibles ambientalmente basados en el crecimiento económico.

## Referencias

- Apablaza, M. y Contreras, H. (2016). Crecimiento económico y contaminación: curva ambiental de Kuznets para Chile. Recuperado de <http://gobierno.udd.cl/cpp/files/2016/07/2016-07-26-Documento-CPP-Curva-de-Kuznets.pdf>
- Catalán, H. (2014). Curva Ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable. *Economía Informa*, 2014 (389), 19–37. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185084914721723>
- Correa, F. (2005). La curva medio ambiental de Kuznets: Evidencia empírica para Colombia. Grupo de economía ambiental GEA. Pag 14-15. Recuperado de: <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1104/1075>
- Díaz, M., y Cancelo, M. (2008). Relación entre el PIB per cápita y las emisiones de CO2 y azufre: análisis gráfico para el período 1950-99 (No. 99). University of Santiago de Compostela. Faculty of Economics and Business. *Econometrics*.

- Disponible en: <http://www.usc.es/economet/aeeadepdf/aeegade99.pdf>.
- Falconi, F., Burbano, R., y Cango, P. (2016). La discutible curva de Kuznets (No. 2016\_03). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). Disponible en: [http://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agora/files/la\\_discutable\\_curva\\_de\\_kuznets.pdf](http://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agora/files/la_discutable_curva_de_kuznets.pdf)
- Gerber, Pierre J., Benjamín Henderson (2013). Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera. Una revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO<sub>2</sub>. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3288s.pdf>
- Kuznets, S. (1958). Medición del desarrollo económico. *El Trimestre Económico*, 25 (97 (1)), 72-96. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/20855399>
- Melrose, J., Perroy, R. y Careas, S. (2015). *World Population Prospects*. United Nations, 1(6042), 587–92. Disponible en <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Temkin, B., Ávila, S., y Martínez, E. (2018). El impacto diferencial de la globalización económica y la democracia sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> en países ricos y pobres. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(1), 169–183. Recuperado de <http://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.15>
- Urrieta, C. (2017). Análisis del crecimiento económico y la contaminación del aire en México de 1980-2012: basado en el proceso de la curva ambiental de Kuznets. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/68004>
- Vergé, P., Dyer, A., Desjardins, L., y Worth, D. (2009). Long-term Trends in Greenhouse Gas Emissions from the Canadian Poultry Industry. *Journal of Applied Poultry Research*, 18 (2), 210–222. Disponible en <http://doi.org/10.3382/japr.2008-00091>