

Artículo de investigación

Efectos de las bonificaciones por atributos sobre la calidad de la leche en 164 lecherías de Ubaté y Chiquinquirá (marzo del 2012 – marzo del 2018)

Arnulfo Antonio Usuga¹  y Carolina Henao Rodríguez^{2*} 

¹ Estudiante de la Maestría Economía Aplicada a Problemas del Desarrollo. Universidad Central, Bogotá, Colombia.
Correo electrónico: ausugaa@ucentral.edu.co

² Doctoranda en Estudios Políticos. Investigadora en la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá, Colombia
(autor de correspondencia). Correo electrónico: lindac.henao@konradlorenz.edu.co

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 12 de julio del 2022
Aceptado el 21 de septiembre del 2022
Online 7 de octubre del 2022

Códigos JEL:
H75, I10, I11, I12, I14, I18

Palabras clave:
Pago por calidad, fallas de mercado,
leche cruda, competitividad,
calidad.

RESUMEN

Introducción/objetivo: dado que las fluctuaciones del precio de la leche impactan su producción local, y esto incide en un sector vital para la economía, por su aporte al PIB y la generación de empleos directos e indirectos, el presente trabajo busca establecer ¿cuál ha sido el efecto de los incentivos monetarios sobre la calidad de la leche de 164 predios lecheros del valle de Ubaté y Chiquinquirá, entre marzo del 2012 y marzo del 2018?

Metodología: para responder a esta pregunta, se parte de la hipótesis de que la implementación del esquema de pago por calidad descrito en la Resolución 0017 del 2012 afectó positivamente los valores con los que se mide la calidad higiénica de la leche. Para someter esta hipótesis a prueba, se utilizó una metodología de enfoque mixto (cuantitativo y cuantitativo), descriptivo, correlacional y explicativo, no experimental, utilizando un modelo longitudinal de datos panel para la muestra de fincas productoras de leche.

Resultados: el estudio permitió establecer que el esquema de pago por calidad (PPC) actual, el PPC rezagado y el precio pagado al productor (PPP) tienen efecto significativo en la disminución de los recuentos microbiológicos de la leche. El precio del gramo de sólidos y la cantidad de sólidos por litro son significativas e incrementan los recuentos microbiológicos de la leche.

Conclusiones: se concluyó que es recomendable incrementar la participación de las bonificaciones por UFC sobre el precio total, pues esto incentivaría a una mejora más rápida de la calidad higiénica.

Effects of attribute bonuses on milk quality in 164 dairy farms of Ubaté and Chiquinquirá (March 2012 – March 2018)

ABSTRACT

Keywords:

Payment for quality, Market failures, Raw milk, Competitiveness, Quality

Introduction: Given that milk price fluctuations have an impact on local milk production, which affects a vital sector for the economy due to its contribution to GDP and the generation of direct and indirect jobs, this study seeks to establish what has been the effect of monetary incentives on the quality of milk from 164 dairy farms in the Ubaté and Chiquinquirá valley between March 2012 and March 2018.

Methodology: To answer this question, it is hypothesized that the implementation of the quality payment scheme described in Resolution 0017 of 2012 positively affected the values with which the hygienic quality of milk is measured. To test this hypothesis, a mixed approach methodology was used (qualitative and quantitative), descriptive, correlational and explanatory, non-experimental, using a longitudinal model of panel data for the sample of milk producing farms.

Results: The study allowed establishing that the current quality payment scheme (QPP), the lagged QPP and the price paid to the producer (PPP) have significant effect on decreasing milk microbiological counts, the price per gram of solids and the amount of solids per liter are significant increase milk microbiological counts.

Conclusions: It was possible to conclude that it is advisable to increase the participation of bonuses per CFU on the total price, this would incentivize a faster improvement of hygienic quality.

Introducción

Los esfuerzos que hacen los países para ingresar a mercados que produzcan un mayor crecimiento económico a menudo conducen a que algunos sectores en un mercado abierto, por su baja competitividad, terminen desapareciendo. Özsayin (2017) reportó que las fluctuaciones internacionales del precio de la leche en un mercado globalizado tienen un efecto notorio en la disminución de la producción local, lo cual puede afectar la tendencia de crecimiento constante que ha tenido el sector en los últimos años. Y aunque se trata de un sector vital para la economía, debido a la generación de empleos y a su aporte al PIB (Fedegan, 2017), la experiencia de Latinoamérica en materia de productos agropecuarios ha evidenciado que la apertura de mercados no ha favorecido al sector asociado con la volatilidad del precio (Coronel et al., 2022; De la Cruz Almanza, 2022) y, al contrario de lo deseado, los procesos de liberalización que se han fomentado han llevado a que los países, antaño productores de sus alimentos, se convirtieran en grandes importadores de estos. Lo anterior tiene un grave impacto sobre la seguridad alimentaria (Sánchez-Cano, 2014).

En 1999, salió a la luz el primer acuerdo de competitividad de la cadena láctea (ICA, 1999). En el 2007, se expidió la Resolución 012 de 2007 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2007) (en adelante MADR), que establecía un precio competitivo de la leche cruda. En el 2010, se promulgó el CONPES 3675, el cual trazó objetivos para aumentar la competitividad del sector lechero. Este condujo a la Resolu-

ción 0017 de 2012 del MADR, con la que desapareció el concepto de precio competitivo, se establecieron bonificaciones por calidad composicional y se modificaron las bonificaciones por calidad higiénica. Con esto, el Gobierno buscaba: (i) corregir una falla de mercado; (ii) incentivar a los productores a hacerse más eficientes en términos de productividad y competitividad.

Andreoni et al. (2003) encontraron que al combinar premios y castigos estos se complementan y tienen un efecto muy fuerte en el comportamiento. Tomando dicho estudio en consideración, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) proyectó la Resolución 0017 de 2012 y dividió en 11 grupos la calidad microbiológica de la leche, con el fin de premiar con diferentes montos las primeras cinco categorías, la sexta es una categoría neutra, y, a partir de la séptima, castigar con un descuento el precio por litro de leche.

Por todo lo anterior, esta investigación busca responder a la pregunta ¿cuál ha sido el efecto de los incentivos monetarios obligados por la Resolución 0017 de 2012 del MADR, sobre la calidad y la productividad de 164 predios lecheros ubicados en el valle de Ubaté y Chiquinquirá, entre marzo del 2012 y marzo del 2018? Para ello, este artículo se apoya en una metodología de enfoque mixto (cuantitativo, cualitativo), no experimental y longitudinal, mediante un modelo de datos de panel.

El documento se encuentra dividido en cinco secciones: antecedentes y metodología, donde se encontrarán la descripción de los datos y el modelo estadístico trabajado; además de los resultados obtenidos, la discusión y las conclusiones finales.

Antecedentes y evolución de la aplicación de la Resolución 0017 de 2012

Según la Federación Nacional de Ganaderos del 2016, el sector agropecuario contribuyó con el 6% del PIB colombiano (Fedegan, 2017). Además, Leiva Barón et al. (2016) destacaron que el sector, en conjunto, genera un promedio de 700 000 empleos en el área de la producción y alrededor 13 000 en la parte de transformación agroindustrial.

Uno de los factores que impulsaron la entrada en vigencia de la Resolución 0017 de 2012 fue una falla de mercado correspondiente a la asimetría de información y creación de oligopsonio (MADR, 2012). En relación con esto, en el 2011, es decir, un año antes de la promulgación de la resolución, Martínez et al. (2011) comprobaron que las principales procesadoras compraron cerca del 60% de los 18.6 millones de litros promedio que se vendieron en un periodo de cuatro años, y las 13 principales acopiadoras el 13%. Lo cual podía verse como una falla en la que unas pocas empresas podrían influir sobre el precio del producto¹. Cabe aclarar que los precios se actualizan anualmente según la inflación y el precio internacional de la leche en polvo, aunque la resolución sigue siendo la misma.

La intervención del Estado reglamentando el pago por calidad también buscaba generar un aumento en la calidad de la leche producida en el país, pues esta podía tener algunas características que no la hicieran apetecida en el mercado internacional (COMPES, 2010). No obstante, el sector lácteo colombiano ha mostrado que cuenta con capacidades dinámicas enfocadas a la innovación que puede potencializarlo (Escobar et al., 2021).

Murphy et al. (2016) realizaron un análisis descriptivo en el que se evidenció la relación de las pruebas de calidad de la leche cruda, y el rendimiento y la calidad del producto terminado. Además, la inocuidad es un requisito indispensable para que la oferta de leche sea competitiva (Ortiz et al., 2022; Acetta et al., 2022; Álvarez, 2022).

1 Según Fedegan (2017), para el 2016, las cinco principales empresas concentraron el 56% del acopio industrial de leche cruda.

Carulla y Ortega (2016) realizaron un diagnóstico descriptivo de la producción lechera en Colombia, la situación del sector y sus posibilidades frente a los tratados de libre comercio y encontraron que es necesario que en Colombia se consoliden los sistemas de producción para tener una mayor competitividad en los mercados internacionales. Además, cabe resaltar que en Colombia la comercialización de la leche cruda es origen de la informalidad. Dicha situación lleva a que se alteren los precios que se le pagan a productor (Rodríguez-Chala et al., 2021).

Se encuentra que la leche producida en Colombia no puede competir en otros mercados, puesto que la Unión Europea por ejemplo tiene como límite <100000 UFC/ml y 400000 SCC, para sus productores (Sargeant et al., 1998).

En la figura 1, se muestra el tiempo durante el cual ha estado en vigencia la Resolución 0017 del 2012 del MADR. Se observa que Colombia ha tenido un tenue incremento en la producción de leche; sin embargo, durante el último trimestre del 2015, y parte del 2016, el impacto del Fenómeno del Niño se hizo sentir sobre la productividad del sector (Fedegan, 2018).

En Colombia, la mayor parte de la leche se mueve por mercados informales aún, es decir, no es acopiada por ninguna industria que aplique el esquema de pago por calidad, lo cual significa que la norma no cobija al 100% de la producción nacional. La calidad higiénica hace referencia a las bacterias presentes en la leche. De Silva et al. (2016) manifestaron que la leche es sintetizada por las células especializadas de la glándula mamaria y no contiene una cantidad significativa de bacterias cuando es excretada.

La USP-MADR proporciona los precios de pago por calidad en el ámbito nacional, además de la variación histórica del precio desde el 2008, con bonificación voluntaria y sin bonificación voluntaria, con el fin de evaluar el impacto sobre el precio que ha tenido la implementación de la Resolución 0017 del 2012. Para tener una aproximación a un precio constante, se toma como cifra de referencia el precio equivalente en dólares de acuerdo con la tasa representativa del mercado (TMR) específica para cada mes de pago de leche.

La figura 2 muestra la comparación del precio pagado al productor en Colombia con otros países de la región y países

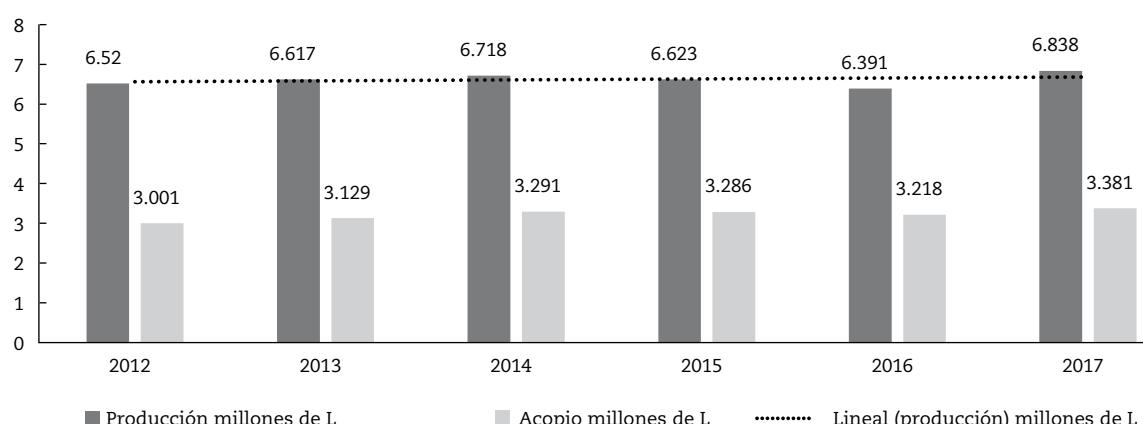


Figura 1. Producción y acopio de la leche en Colombia (2012 – 2017)

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Fedegan (2018).

de alta productividad. Se puede observar que el precio de la leche colombiana se ha equiparado con los precios del mercado internacional en los últimos años en centavos de dólar pagados al productor por cada litro de leche producido.

Posadas-Domínguez (2014) demostró que existe una diferencia en los niveles de rentabilidad de las granjas debido a la cadena de comercialización a la que tengan acceso. Esto también puede estar relacionado con las exigencias de calidad de su comprador. Por lo anterior, en el presente estudio se analizan 164 granjas de diferentes tamaños y que venden su producto a una empresa que está obligada a cumplir con el esquema de pagos decretado por la ley.

Nightingale et al. (2008) estudiaron la influencia de los precios variables por calidad, en la calidad observada, utilizando una regresión multivariada de efectos aleatorios y un modelo Logit, y concluyeron que una política agresiva de premios reduce significativamente los recuentos de células somáticas en la leche de las cooperativas analizadas.

Por su parte, García Botaro et al. (2013) realizaron un análisis econométrico de la influencia de un programa de pago basado en calidad sobre la calidad observada en la leche en cooperativas lecheras del sur de Brasil. Encontraron que los componentes de células somáticas SCC y recuentos microbiológicos TBC son influidos por las políticas de pago.

Sargeant et al. (1998) estudiaron el efecto del programa de penalizaciones por SCC en Ontario, Canadá, utilizando un modelo econométrico de series de tiempo, en el cual tuvieron como variable dependiente los SCC de las granjas y una de sus variables independientes fue el sistema de penalizaciones. Se identificó que existió un efecto significativo en la reducción de SCC en las granjas con altos recuentos históricos; sin embargo, hubo evidencia de incrementos en los casos de presencia de inhibidores² en la leche.

Metodología

Para someter a evaluación la hipótesis inicial, se realizó un estudio mixto. Las variables de interés son cuantitativas y se da una aproximación a partir de la literatura sobre los resultados. Es un estudio descriptivo, correlacional y explicativo. Se busca identificar el efecto de una política de incentivos en el precio sobre algunas características de la leche, que son deseadas por el mercado. De esta manera, se mide el grado de afectación que se tiene sobre las variables de calidad al modificar el precio que se paga por una mejora que se efectúe en el producto.

Datos

Según la Cámara de Comercio de Bogotá (2008), en el 2005, la provincia de Ubaté era la segunda en producción de litros de leche por día, y allí predominaban las tierras de pastos aptas para la ganadería y la agricultura. El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1984) realizó la caracterización de la subregión valle de Ubaté-Chiquinquirá, a las cuales consideró heterogéneas en relación con el uso productivo y la vocación de los suelos.

Las fincas del presente análisis están ubicadas en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá englobados dentro de la región 1³. En la figura 3, se relaciona la ubicación de cada una de las fincas evaluadas en el presente estudio.

Los 164 productores analizados vendieron su leche por un periodo mínimo de cinco años a una empresa legalmente constituida. Su información fue reportada de forma quincenal ante la Unidad de Seguimiento de Precios del MADR (USP), y los datos de precio y volumen entregados fueron reportados a los ganaderos de manera quincenal, mediante el

² Son residuos de medicamentos que son eliminados a través de la leche y que hacen que la leche que los contenga no sea apta para el consumo humano (Mercado et al., 2013).

³ Esta modificación se introdujo en la Resolución 0017 del 2012, antes de esta, el país estaba dividido en cuatro regiones que se diferenciaban por clima y estructura productiva (MADR, 2007).

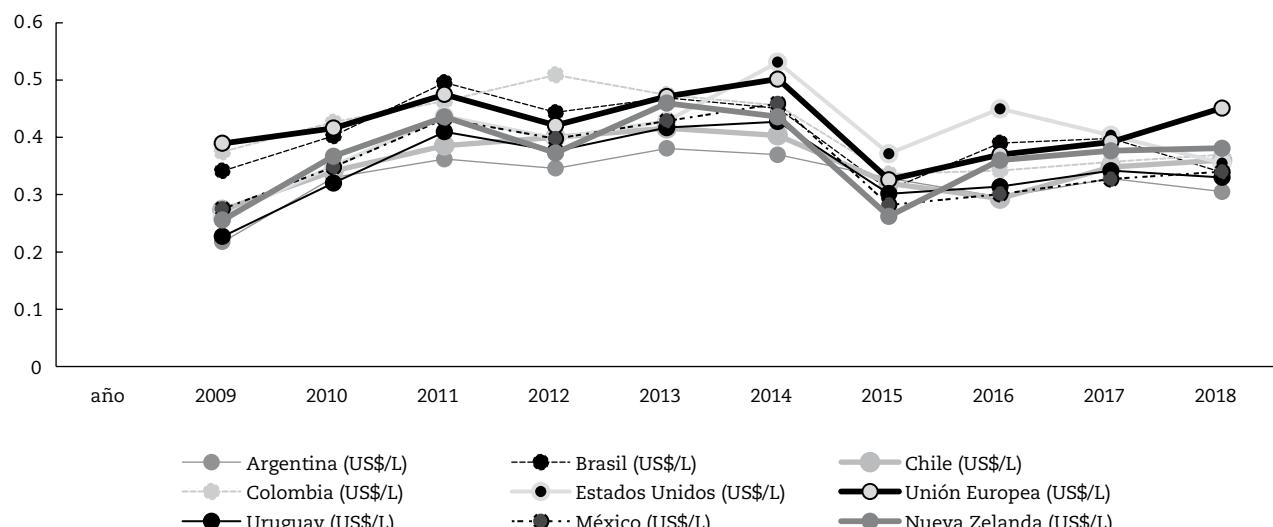


Figura 2. Comparación del precio en diferentes países (2009-marzo de 2018) en centavos de dólar

Fuente: elaboración propia, a partir de datos de Fedegan (2018).

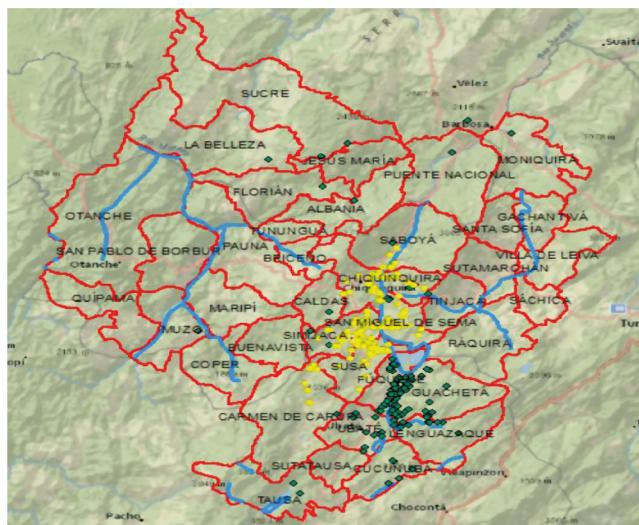


Figura 3. Mapa de los municipios que comprenden el estudio.
Fuente: elaboración propia utilizando Qgis ®.

formato único de liquidación de leche FULL. Este fue el instrumento que se utilizó para la recolección de los datos de calidad y, debido a la revisión periódica dada por el artículo 24 de la Resolución 0017 del 2012, se convierte en una fuente fidedigna de la evolución de la calidad y de seguimiento a la cantidad de producción de leche durante el periodo analizado del esquema de PPC. En total se tomaron 22 763 observaciones durante un mínimo de 120 periodos quincenales.

El precio del gramo de sólidos totales es modificado de manera anual por la unidad de seguimiento de precios y los valores establecidos para 2012 y 2017. Otro componente decretado por el Gobierno es la bonificación higiénica (Bh).

Las muestras fueron recolectadas por personal de la empresa compradora debidamente capacitados para esta labor y se cumplió estrictamente con la red de frío de estas muestras, y su análisis por parte del laboratorio de calidad de leche, el cual está certificado para esta labor y pertenece a la Universidad de Antioquia.

Modelo

El modelo definitivo que se trabajó fue el siguiente (ecuación 1):

$$\begin{aligned} \text{logUFC}_{it} &= \beta_0 + \beta_1 \text{logppc}_{it-1} + \beta_2 \text{logppc}_{it} + \beta_3 \text{logppp}_{it} \\ &+ \beta_4 \text{loggramoslitro}_{it} + \beta_5 \text{logvalorgramo}_{it} + \beta_6 \text{NI\~{O}} \\ &+ \beta_7 X_{it} + \mu_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

Donde i son las fincas y t son los periodos quincenales. La variable $\log UFC$ es el logaritmo de las unidades formadoras de colonia como indicador de la higiene de la leche producida en cada predio. La variable $\log ppc_{it-1}$ es el logaritmo del pago por calidad de la quincena anterior y $\log ppc_{it}$ es el logaritmo del pago por calidad de la quincena actual. Ambas variables se calcularon de acuerdo con la siguiente fórmula (ecuación 2):

$$Ppc = (vqST^*QqST) + Bo \quad (2)$$

La variable logppp es el precio pagado al productor, el cual se calcula con la siguiente fórmula (ecuación 3):

$$Ppp = ((vgST^*QgST) + Bo + Bu - T) \quad (3)$$

Donde:

vgST = valor del gramo de sólidos totales

$QgST$ = cantidad de gramos de sólidos totales en un litro de leche

Bo = bonificaciones obligatorias

Bv = bonificaciones voluntarias

T = transporte

P_{pp} = precio pagado al productor por un litro de leche

La variable loggramoslitro es el logaritmo de los gramos de sólidos que se contienen en cada litro de leche y esta variable está relacionada positivamente con las fincas pequeñas, puesto que son las que tienen animales menos especializados en producción y comúnmente la genética es de cruces o de razas que no aportan un volumen significativo; sin embargo, su aporte de sólidos es mayor. La variable logvalorgramo es el logaritmo del precio fijado por la resolución para cada gramo de sólidos en la leche y la variable Niño es una variable dicotómica, la cual indica la presencia del Fenómeno del Niño. Esta variable se incluye para evidenciar el efecto de un fenómeno climático que al disminuir la producción de leche hace que la bonificación voluntaria se incremente y afecte los precios de la leche cruda. De Silva et al. (2016) y Garcia Botaro et al. (2013) utilizaron para este efecto una variable que medida el impacto de la estacionalidad. La variable Xt es una variable dicotómica de tiempo que se generó debido a que al realizar las pruebas al modelo se evidenciaron problemas de autocorrelación, correlación contemporánea y heterocedasticidad. Para corregir dichos problemas, se realizó una estimación por errores estándar corregidos para panel (PSCE) y, como no se capturaban efectos fijos directamente, se introdujeron variables que identificaran cada periodo evaluado basados en Beck y Katz (1995), quienes demostraron que PCSE es más preciso que los mínimos cuadrados generalizados factibles (FGLS).

Resultados

Es un panel de datos con 22 763 observaciones y para 164 individuos. Para este estudio, se tomaron únicamente individuos que permanecieron mínimo cinco años vendiendo su leche a la empresa que proporcionó la información.

Todas las variables que tienen relación con la calidad de leche (gramos de sólidos totales, UFC, precio de resolución y gramos de sólidos por litro) presentan una variación más marcada dentro de cada individuo (*within*), que entre los individuos (*between*). Esto indica que las variaciones en las medidas de calidad dependen de las medidas que se tomen dentro de cada predio y la adopción de tecnologías productivas que mejoren los resultados de estos indicadores. La variable valor gramo cambia en el tiempo únicamente. La variación que se presenta entre los individuos es debido a que

es un panel desbalanceado, es decir, no hubo continuidad en todos los períodos de todos los individuos. Lo anterior se debe a que en el mercado de la leche no existe un contrato de suministro, lo cual genera competencia entre las empresas por captar ganaderos dependiendo de sus necesidades de abastecimiento, y los ganaderos tienen libertad para vender su producto a quien les ofrezca mejores condiciones.

La Resolución 0017 de 2012 indica que solo bonifican por calidad aquellas fincas que tengan menos de 175 000 (UFC/ml). En caso de que sus recuentos microbiológicos excedan esta cantidad, no bonificarán y empezarán a ser castigados con una escala de valores negativos o descuentos que se reflejan en el precio por litro. Para evaluar esta probabilidad, se creó una variable *Dummy*, la cual toma el valor de 1 si el ganadero es premiado y 0 si es castigado. Los resultados de la probabilidad de transición se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Probabilidades de transición de mejora microbiológica

		Bonifica		
Bonifica		0	1	Total
0	4.028	2.701	6.729	
	59.86	40.14	100	
1	2.669	13.198	15.867	
	16.82	83.18	100	
Total	6.697	15.899	22.596	
	29.64	70.36	100	

Fuente: elaboración propia.

La tabla 1 muestra las probabilidades de transición entre no bonificar en el esquema de pago por calidad microbiológica y sí hacerlo, y viceversa. Esto indica que, de las fincas que no bonificaron en un periodo, el 40.14% pasaron a bonificar en el siguiente periodo. Esto evidencia que el ganadero percibe el beneficio de mejorar su calidad microbiológica con un incentivo monetario. También se observa que, de los ganaderos que bonificaron en un periodo, solamente el 16.82% dejaron de hacerlo en el siguiente periodo. El modelo se estimó en panel de datos corregido para errores estándar, el cual asume que las perturbaciones son por defecto, heterocedásticas y están correlacionadas contemporáneamente a través de los paneles. Las pruebas aplicadas al modelo se describen en tabla 2.

Tabla 2. Pruebas aplicadas al modelo

Test	Prob > chi2	Interpretación
lagrangian	0.0000	Los efectos aleatorios de U_i son relevantes
hausman	0.0000	Conviene usar el método de efectos fijos
Wooldridge	0.0000	Hay autocorrelación
Wald test	0.0000	Heterocedasticidad
pesaran	0.0000	No hay correlación contemporánea

Fuente: elaboración propia

En las pruebas que se hicieron al modelo, se detectaron problemas de autocorrelación, correlación contemporánea y

heterocedasticidad. Para superar estos problemas, se hace la estimación por medio de errores estándar corregidos para panel, pues, como lo demostraron Beck y Katz (1995), son más precisos que los estimadores de mínimos cuadrados generalizados factibles. A este modelo se le agregan variables dicotómicas de tiempo para capturar los efectos fijos. Los datos arrojados permiten concluir que el modelo es globalmente significativo, ya que la probabilidad chi cuadrado es inferior a 0.5 y en su conjunto explica el 82% de la varianza.

Tabla 3. Resultados del modelo

Variable	logufc	Significación
logppc resago	-0.944	(14.23) **
logppc	-20.787	(265.39) **
logppp	-1.988	(16.01) **
loggrst	20.066	(137.24) **
logvalorgramo	39.924	(70.23) **
Niño	-2.824	(26.75) **

Fuente: elaboración propia.

El signo negativo de la variable logppc indica que el pago por calidad tiene efecto significativo sobre la disminución de los recuentos microbiológicos en la leche. Esto concuerda con lo mencionado por García Botaro et al. (2013). Los resultados indican que:

- (i) Los ganaderos son sencibles al beneficio monetario que representa la mejora de la calidad de la leche y se enfuerzan por evitar los castigos.
- (ii) El sistema de pago por calidad mejora la calidad higiénica por adopción de mejores prácticas de ordeño.

La variable logppcresago indica que el precio de la quincena inmediatamente anterior tiene un efecto negativo sobre los recuentos microbiológicos de la siguiente quincena. Esto significa que, si el precio del pago por calidad se incrementa, va a existir la motivación para que los ganaderos sigan mejorando su calidad en la siguiente quincena. El efecto a largo plazo del esquema de pago por calidad es el esperado y va a implicar que el producto seguirá mejorando en las 164 explotaciones analizadas, mientras el sistema de pago se mantenga.

La variable logppp toma signo negativo y es significativa, lo que implica que el precio neto recibido por el productor tiene efecto negativo sobre las unidades formadoras de colonia. Por lo tanto, un mejor precio incrementa la calidad higiénica de la leche.

Las variables relacionadas con los sólidos en la leche loggrst y logvalorgramo tienen efecto positivo sobre el recuento microbiológico. Según lo descrito por Carulla y Ortega (2016), los mayores sólidos en la leche están en ganaderías de bajo nivel tecnológico. Estas a su vez se ven favorecidas por el precio del gramo que se refleja en su precio final, haciendo que estos incentivos tengan un efecto contrario al esperado. El precio del gramo muestra un efecto positivo sobre los recuentos microbiológicos, lo que compensa el efecto negativo que tienen los castigos por mala calidad microbiológica y, además, aquellos ganaderos que presentan altos

contenidos de sólidos en cada litro leche puedan tener un precio elevado y no se vean lo suficientemente presionados a mejorar también sus recuentos microbiológicos

Se observa que, en los primeros períodos de la implementación, el efecto de la resolución no fue significativo, lo cual indica que los ganaderos tardan en reaccionar a este tipo de incentivos, bien sea por la necesidad de inversión, bien sea por la poca difusión que se haga de su funcionamiento. Otro factor que puede explicar este resultado se relaciona con que durante 2011 y parte de 2012 en Colombia se vivió un fuerte Fenómeno de la Niña, lo cual generó inundaciones en la región de este estudio. Lo anterior generó que los precios fueran altos y que las bonificaciones voluntarias estuvieran tan elevadas que los ganaderos no percibieran el efecto de mejorar su calidad. Este efecto no fue modelado, puesto que el Fenómeno de la Niña ocurrió justo antes de la entrada en vigencia de la resolución. Por lo mismo, el volumen de leche tardó algún tiempo en recuperarse y esto impulsó a una gran competencia entre empresas por la leche producida.

La variable Bernulli —utilizada para medir la probabilidad de que alguien que no bonificara por UFC en una quincena lo hiciera para la próxima— muestra que existe interés por parte de los ganaderos para mejorar la calidad microbiológica de la leche, pues subsiste una probabilidad de que el 40% de las fincas que no bonifican en una quincena sí lo hagan para la próxima; en contraposición a un 16% de probabilidad de que los ganaderos que bonificaron en una quincena no bonifiquen en la próxima. Esto cumple con las expectativas del CONPES (2010), dado que la mejora del estatus sanitario de la leche en Colombia es una prioridad para acceder a nuevos mercados y competir en el mercado local.

Este modelo corrobora lo descrito por Mendez Sayago (2014), ya que los incentivos pueden hacer que los trabajadores tomen decisiones que les permitan acceder a mayores beneficios. En temas agropecuarios, esto se puede describir como que los ganaderos perciben los beneficios de mejorar sus prácticas en la ganadería para acceder a mejores precios por su producto en el mercado. Los resultados de este artículo concuerdan con los descritos por García Botaro et al. (2013). En ellos se aclaraba que el efecto de las bonificaciones sobre recuentos microbiológicos son significativas, ya que las correcciones sobre las actividades que inciden en este indicador se pueden lograr en cortos períodos de tiempo y su corrección está atada a una mejora en las prácticas del ordeño.

Nightingale et al. (2008) encontraron que, cuando los premios por calidad corresponden a un 7% del precio total de la leche, los recuentos microbiológicos disminuyeron un 6%. Los resultados obtenidos en este modelo muestran que, al aumentar el precio recibido por los ganaderos, la calidad microbiológica tuvo una mejora estadísticamente significativa.

Los resultados del modelo indican que las políticas de bonificaciones por calidad son una herramienta muy útil para lograr mejoras significativas y en corto plazo de algunas características de calidad de la leche. Esto concuerda con lo mencionado por Sargeant et al. (1998), quienes estudiaron el efecto de un programa de bonificaciones sobre los recuentos de células somáticas en la leche y concluyeron que en ganaderos de leche de alta calidad el efecto de los incentivos puede requerir de algún tipo de financiación para implementar

mejoras; sin embargo, en los ganaderos con mala calidad de leche, los efectos se hacen notar por las consecuencias de las penalizaciones.

Dentro de esa perspectiva, Rodríguez et al. (2015) realizaron un análisis utilizando SIG para evaluar el efecto del pago por calidad sobre la calidad observada de la leche y encontraron que el tipo de mercado en el cual se comercialice la leche tiene un efecto significativo sobre las variables de calidad. Es decir, en la medida en la que se pueda asegurar que el esquema de pago por calidad cobre a la totalidad de los productores de leche, se lograrán mejoras significativas de la calidad de la leche producida en todo el país. Esto demanda una fuerte inversión del Estado en vías de acceso y fortalecimiento de esquemas asociativos que permitan que las empresas legalmente constituidas puedan acceder a las zonas más alejadas a realizar sus compras.

Conclusiones y discusión

El presente análisis se hizo con 164 fincas lecheras del corredor Ubaté- Chiquinquirá. Estas fincas venden su producto a una empresa formal, la cual cumple con la legislación vigente en materia de pago por calidad y reporte quincenal de los resultados de calidad a los ganaderos. Se tomaron muestras de forma quincenal durante un periodo mínimo de cinco años y los datos fueron analizados en un modelo de datos panel corregido para heterocedasticidad y correlación temporal. Los resultados de este análisis nos permiten concluir que la Resolución 0017 de 2012 tuvo efectos positivos sobre la calidad microbiológica de los 164 predios analizados. Sin embargo, al comparar estos datos con las gráficas del comportamiento de la zona 1, que corresponde a los departamentos en donde se ubican los predios evaluados, se observa que los recuentos microbiológicos se han comportado de forma diferente.

Esto se podría deber a que un núcleo importante de los ganaderos analizados son grandes ganaderos con capacidad de adopción de tecnologías o con acceso a servicios de asistencia técnica especializada que los pueden llevar a mejorar las prácticas de ordeño. Esto también puede ocurrir porque el valle de Ubaté y Chiquinquirá es un corredor especializado en la producción de leche, lo cual ha llevado a las empresas formales a estar presentes y a brindar los servicios de asistencia en calidad. No obstante, el acceso a este tipo de ayudas no está disponible para ganaderos pequeños y medianos, o en áreas donde la producción sea más dispersa, lo cual puede hacer que ganaderos de otras partes de los departamentos analizados vean más el efecto del precio del gramo, que el efecto de las bonificaciones por calidad higiénica. En suma, el modelo sugiere que es recomendable incrementar la participación de las bonificaciones por UFC sobre el precio total, esto incentivaría a una mejora más rápida de la calidad higiénica.

Los primeros períodos analizados no son estadísticamente significativos, lo cual puede deberse a lo mencionado por Sargeant et al. (1998), quienes afirmaron que las fincas que presentan buenos resultados de calidad antes de la implementación del PPC requieren ayudas financieras para

mejorar aún más su calidad. Este tipo de medidas hacen que durante unos períodos no se vean los efectos en la calidad observada; sin embargo, en la medida en la que se adoptan las nuevas tecnologías, la calidad mejora significativamente. Otra causa que pudo haber generado este comportamiento es el fuerte efecto del Fenómeno de la Niña ocurrido en Colombia durante el 2011, el cual hizo que el precio de la leche subiera y dificultó la implementación a cabalidad del PPC.

Existen muy pocos trabajos relacionados con estudios económicos en el sector agropecuario en Latinoamérica. El principal limitante para desarrollar este tipo de estudios es la difícil recolección de los datos, ya que estos están muy dispersos. Es importante evaluar constantemente el efecto de una política de fijación de precios, ya que, al ser una medida que distorsiona el mercado, sus efectos en el largo plazo podrían no compensar la intervención.

Financiación

Este proyecto no contó con financiamiento de ninguna entidad. El presente artículo es producto de la investigación de los autores.

Conflictos de intereses

La presente investigación no presenta conflicto de intereses de ningún tipo para ser publicado en la revista *Suma de Negocios*.

Referencias

- Acetta, P., Castignani, M. I., & Rossler, N. (2022). Factores del contexto que afectan la competitividad de empresas lecheras del centro de Santa Fe. *Fave. Sección Ciencias Agrarias*, 21(1), 7-20.
- Andreoni, J., Harbaugh, W., & Vesterlund, L. (2003). The carrot or the stick: rewards, punishments, and cooperation. *The American Economic Review*, 93(3), 893-902. <http://www.jstor.org/stable/3132122>
- Álvarez, Á. E. M., Andrade, J. E. O., & Ortega, Y. C. (2022). Buenas prácticas en emprendimientos lácteos, desde la economía social y solidaria en Biblián-Ecuador. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 24(1), 40-61.
- Beck, N., & Katz, J. N. (1995). What to do (and not to do) with time-series cross-section data. *American Political Science Review*, 89(3), 634-647. <https://pdfs.semanticscholar.org/b436/c65528aa5f216fd9e9d103b30886345a789c.pdf>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2008). Caracterización económica y empresarial de las provincias de cobertura de la CCB Ubaté. CCB. http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2889/6233_caracteriz_empresarial_ubate.pdf?sequence=1
- Carulla, J., & Ortega, E. (2016). Sistemas de producción en Colombia: retos y oportunidades. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 24(2), 83-87. https://www.researchgate.net/profile/Juan_Carulla/publication/317017699_Sistemas_de_producción_lechera_en_Colombia_Retos_y_oportunidades/links/591f4086a6fdcc4443ee17b4/Sistemas-de-producción-lechera-en-Colombia-Retos-y-oportunidades.pdf
- CONPES. (2010). Política nacional para mejorar la competitividad del sector lácteo colombiano. MADR.
- Coronel, M. N., Arancibia, R. G., & Masaro, J. V. (2022). Competitividad de las exportaciones argentinas de quesos y leche en polvo: Un análisis a partir de la demanda externa de los principales importadores. *Estudios económicos*, 39(78), 187-221.
- De la Cruz Almanza, S., Pérez, A. V., & Martínez, M. L. M. (2022). Integración espacial de mercados lácteos: efectos de precios regulados. *Revista de Economía del Caribe*, (29).
- De Silva, S. A. S. D., Kanugala, K. A. N. P., & Weerakkody, N. S. (2016). Microbiological quality of raw milk and effect on quality by implementing good management practices. *Procedia Food Science*, 6, 92-96. https://ac.els-cdn.com/S2211601X16000201-1-s2.0-S2211601X16000201-main.pdf?_tid=f8c7fce0-54b8-4328-adf7-3cdacf3d1902&acdnat=1521514586_a1902d03c2332c2ef870c73255e0329a
- Escobar, Á. E. S., Suárez, A. I. D. L. H., & Padrón, J. C. C. (2021). Capacidades dinámicas: un análisis en empresas del sector lácteo colombiano. *Aglala*, 12(2), 135-153.
- Fedegan. (2017). Cifras de referencia del sector ganadero colombiano. Fedegan. <http://www.fedegan.org.co/estadísticas/documentos-de-estadística>
- Fedegan. (2018). Cifras de referencia del sector ganadero colombiano. Fedegan <http://www.fedegan.org.co/estadísticas/documentos-de-estadística>
- García Botaro, B., Hauber Gameiro, A., & Veiga dos Santos, M. (2013). Quality based payment program and milk quality in dairy cooperatives of Southern Brazil: an econometric analysis. *Scientia Agricola*, 70(1), 21-26.
- IDEAM. (2016). Impacto del Fenómeno del Niño (2015-2016) en los nevados y alta montaña en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/132669/Impacto+de+El%2BNi%C3%81+en+la+alta+monta%C3%81a+colombiana.pdf/dd41d158-0944-41d5-917e-44fdb524e8ea>
- IICA. (1999). Acuerdo de competitividad de la cadena láctea colombiana. Colección de documentos IICA, serie competitividad No 12. <http://repiica.iica.int/docs/B0113e/B0113e.pdf>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1984). Estudio regional del altiplano cundiboyacense valle de Ubaté y Chiquinquirá. IGAC. <https://core.ac.uk/download/pdf/39872645.pdf>
- Leiva Barón, F. R., León Rodríguez, N., Castellanos Domínguez, O. F., Tobón Ramírez, C., Zambrano Martínez, L. F., Puentes Pérez, G. M., & Becerra Andrade, M. A. (2016). Formulación de un programa integral de gestión ambiental para un subsector agropecuario (PGAS): subsector lácteo. Universidad Nacional de Colombia. http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/PGAS_Subsector_Lacteo_VF.pdf
- MADR. (2007). Resolución 12 de 2007. Por la cual se establece el sistema de pago de la leche cruda a proveedor. <https://www.mnagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20No.%20000012%20de%202007.pdf>
- MADR. (2012). Resolución 0017 de 2012. Por la cual se establece el sistema de pago de la leche cruda a proveedor. https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_17_de_2012_ministerio_de_agricultura_y_desarrollo_rural.aspx#
- Martínez H., O. J., Pinzón, A., & Uribe, D. (2011). El poder de oligopsonio en las compradoras de leche en Colombia, una medición del poder y la concentración del mercado. *Notas Económicas UNIPILOTO*, 4, 11-34. <http://www.unipiloto.edu.co/descargas/Notaseconomicas4-2011.pdf>
- Mercado, M., González, V., Rodríguez, D., & Carrascal, A. K. (2014). Perfil sanitario nacional de leche cruda para consumo humano directo. Ministerio de Salud y Protección Social Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Perfil-sanitario-nacional-leche-cruda.pdf>
- Murphy, S. C., Martin, N. H., Barbano, D. M., & Wiedmann, M. (2016). Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield? *Journal of Dairy Science*, 99(12), 10128-10149. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11172>
- Nightingale, C., Dhuyvetter, K., Mitchell, R., & Schukken, Y. (2008). Influence of variable milk quality premiums on observed milk quality. *Journal of Dairy Science*, 91(3), 1236-

1244. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030208713821#>!
- Ortiz, Y. C. G., Rodríguez, L. P. M., & Hidalgo, Á. M. M. (2022). Estrategias basadas en el desarrollo sostenible para el fortalecimiento de la cadena de valor del sector lechero en Chocó, Cundinamarca. *Revista Estrategia Organizacional*, 11(1).
- Özsayın, D. (2017). Investigation of production and price relationship in cow milk production by Koyck model approach. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 5(6), 681-686. <http://www.agrifoodscience.com/index.php/TURJAF/article/view/1164>
- Páez, L., Linares, W., & Pacheco, R. (2003). Caracterización estructural y funcional de fincas ganaderas de doble propósito en el municipio Páez del estado Apure, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 21(3), 301-320. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692003000300006&lng=es&tlang=es.
- Posadas Domínguez, R. R. (2014). *Evaluación de la competitividad y viabilidad económica de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala*. Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/58867>
- Rodríguez H., Cerón-Muñoz M. F., Palacio L. G. & Bedoya G. I. (2015). Aplicación de los sistemas de información geográfica en la planificación de la asistencia técnica con enfoque territorial en cadena láctea. *Livestock Research for Rural Development*, 27(102). <http://www.lrrd.org/lrrd27/5/rodr27102.html>
- Rodríguez-Chala, O. A., Tarazona-Bermúdez, G. M., & Giraldo, L. M. (2021). Modelo de co-creación en mypimes: estudio de caso en el sector lácteo de Bogotá, Colombia. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 20(38), 215-237.
- Sánchez-Cano, J. (2014). La política agrícola en México, impactos y retos. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 35, 946-956. <http://www.redalyc.org/pdf/141/14131676004.pdf>
- Sargeant, J., Schukken, Y., & Kenneth, E. (1998). Ontario bulk milk somatic cell count reduction program: progress and outlook. *Journal of Dairy Science*, 81(6), 1545-1554.