

# Capítulo

# 1

## La salud de hato y su implicación económica en la producción de leche

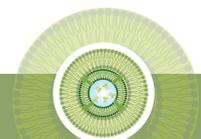
D. Barrios<sup>1</sup> Adm. Emp., Zoot, MSc, Dr. Sci

### 1. Introducción

El sector agropecuario colombiano, a pesar de tener aspectos por mejorar en términos de organización, productividad y competitividad, cuenta con gran potencial económico y productivo para atraer la inversión, implementar desarrollos tecnológicos y convertirse en una despensa agrícola latinoamericana (Villanueva-Mejía, 2018).

---

1. Universidad Nacional de Colombia-sede Bogotá, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Desarrollo Rural y Agroalimentario, Grupo de Investigación Biogénesis, [dbarrio@unal.edu.co](mailto:dbarrio@unal.edu.co)



En las últimas décadas, la política comercial colombiana se ha orientado hacia una mayor integración con la economía global como estrategia para el crecimiento económico (Castro-Hernández y Carvajal, 2020). Las condiciones actuales de introducción de Colombia en nuevos mercados internacionales promueven que el sector agropecuario en general, así como renglones específicos de la producción agropecuaria como lo es la leche, sea cada vez más competitivo (Vásquez-Jaramillo, Barrios y Cerón-Muñoz, 2018).

El nivel de intensificación en sistemas de producción bovina de leche está relacionado con un mayor grado de confinamiento y con la concentración de la producción en un área menor (Ruiz, Cerón-Muñoz, Barahona-Rosales y Bolívar-Vergara, 2019). Lo anterior hace que esta actividad exija acompañamiento y rastreo institucional, así como armonía tecnológica y sostenible en una productividad racional donde se combinen sistemas adaptados al medio colombiano (Toro, 2011).

Los resultados de rastreos realizados en el país han mostrado que los problemas de salud del hato son una de las mayores causas de las pérdidas económicas del negocio lechero (Barrios y Duque, 2012). Esto se debe, por una parte, a que la salud de un hato puede estar afectada por diversas patologías que de una u otra forma perjudican los indicadores productivos y reproductivos; por otra parte, a los costos asociados a medicamentos, honorarios veterinarios o, en casos más extremos, descarte de animales improductivos.

A continuación se presenta una propuesta metodológica para el cálculo del costo de un litro de leche y la cuantificación del impacto económico de las bajas en producción causadas por problemas asociados a la sanidad del hato.



## 2. Consideraciones previas al ejercicio de costeo

### ¿Cuál es el producto a costear?

Si bien pareciera innecesario hacerse esta pregunta, en ocasiones la falta de claridad sobre el objetivo de costeo genera inconsistencias en el manejo de la información contemplada en el análisis. No debe perderse de vista que el ejercicio de costeo consiste en calcular cuánto cuesta producir un litro de leche y, por lo tanto, solo se deberán considerar los recursos utilizados para generar este producto. Otros elementos, como alimentación y plan sanitario de terneras y novillas, no están relacionados con el objetivo de producir leche en el periodo que se está analizando, pues se tratan de la generación de un producto distinto (en este caso una novilla de vientre), razón por la cual deberán ser excluidos de este análisis y costearse por separado.

### Definición del periodo de costeo

Todo ejercicio de costeo debe responder a un periodo de operaciones (producción y venta del producto generado). Es posible costear periodos de cualquier duración (mes, semestre, año, entre otros), pero es recomendable que el periodo seleccionado sea lo suficientemente largo como para que incluya, al menos, un ciclo completo de producción bajo distintas condiciones que puedan presentarse a lo largo del análisis, contemplando por ejemplo variaciones en el mercado o el ambiente. Seleccionar un periodo corto para calcular los costos de producción, si bien puede ofrecer ventajas en la recolección y manejo de la información, no garantiza que el resultado represente el costo bajo las condiciones promedio del sistema de producción, lo que puede inducir a la toma de decisiones equivocadas.



## Proceso productivo

Se conoce como proceso productivo al conjunto de actividades necesarias para transformar elementos de entrada (insumos), en elementos de salida (productos terminados). En este caso el proceso productivo es la producción de leche. La clara diferenciación de la frontera de producción, que contempla cuándo inicia y cuándo termina el proceso productivo, permite clasificar los costos totales según su función e identificar cuáles son los costos de producción y cuáles constituyen los gastos operacionales.

La correcta clasificación de los costos totales en costos de producción y gastos operacionales permitirá realizar un mayor control de los recursos utilizados. Esto es importante pues es precisamente en el proceso productivo donde el productor puede incidir en la productividad por medio de intervenciones de tipo técnico, lo que se traduce en una mayor rentabilidad del sistema.

## Costo de producción

El costo de producción es la valoración en unidades monetarias de los recursos que se consumen para producir un litro de leche. Entre los recursos utilizados encontramos alimentos balanceados, suplementos, vacunas, medicamentos, mano de obra, fertilización y servicios públicos, por poner algunos ejemplos.

Un elemento importante a considerar es el hecho que los recursos se convierten en costo solo en el momento en que son consumidos. Por lo tanto, el capital invertido en materiales o insumos que no fueron consumidos durante el periodo costado no hace parte del costo de producción, aunque hayan sido adquiridos durante ese periodo.



Conocer el costo de producción permite:

- Identificar cuáles de los productos generados son rentables y cuáles no.
- Establecer si se justifica permanecer en la actividad productiva.
- Evaluar si se es competitivo respecto a los precios de venta que establece el mercado.

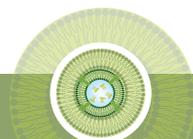
### Gasto operacional

Se conoce como gasto la valoración de los recursos que, si bien son necesarios para la operación normal del negocio, no participan en el proceso productivo. Son ejemplos de este tipo de gasto los salarios administrativos, impuestos, intereses causados por financiación de deudas, la contratación de asesorías o consultorías, los arrendamientos de oficinas o instalaciones relacionadas con los procesos administrativos, fletes de leche, entre otros. Una clasificación detallada de estos gastos podría generar, entre otras, las siguientes categorías de gastos: administrativos, de distribución y venta, generales, financieros y tributarios.

### Costo total

Agrupar la sumatoria de los costos de producción y los gastos operacionales. Engloba la valoración del total de los recursos que fueron utilizados para producir y poner en el mercado la leche generada.

Es necesario contemplar que a la gestión de costos aplica el principio contable de la causación. Por lo tanto, la valoración del costo total incluye todos aquellos elementos que fueron causados o utilizados durante el periodo costado, sin importar si fueron efectivamente pagados o no a sus proveedores durante el periodo analizado.



### 3. Metodología para el análisis de costos en la producción de leche

A continuación se definen los pasos a seguir para llevar a cabo el proceso de costeo en sistemas de producción especializada de leche.

#### 1. Identificar el periodo que se desea costear

Como se explicó anteriormente, es necesario definir un periodo lo suficientemente largo para que se puedan incluir las variaciones en los niveles de producción derivadas de los cambios en las épocas climáticas o la disponibilidad de forraje, entre otros. En sistemas de producción de leche es recomendable llevar a cabo el proceso de costeo para periodos de un año, de manera que los resultados sean lo más próximos a un valor promedio para el sistema analizado.

#### 2. Definir qué recursos son utilizados dentro del proceso de producción

Cuando se desea estructurar los costos en producción de leche, es necesario identificar los recursos utilizados con base en la información contenida en los registros productivos y contables. También se deben identificar las características técnicas del sistema de producción y su nivel tecnológico, pues estas suelen generar diferencias en los costos entre sistemas de producción dedicados a la misma actividad, incluso cuando están ubicados en zonas geográficas similares.

Estos recursos se clasifican en los siguientes grupos:

- **Materiales y materias primas:** son los elementos que se consumen periódicamente en el desarrollo de la actividad productiva con el objetivo



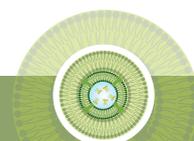
de producir la leche. Se define como materias primas aquellos elementos que se transforman durante el proceso productivo y se identifican, luego de su transformación, en el producto final. Son ejemplos de materias primas los animales en levante o ceba que se adquieren o generan como insumo para producir animales cebados al final del proceso productivo.

Como puede observarse, a pesar de que este grupo genéricamente se denomina materiales y materias, en el proceso específico de la producción de leche, como en otros procesos de producción primaria, no existe ningún elemento que cuente con las características para ser nombrado como materia prima, dado que el producto final es generado por procesos biológicos. Por lo tanto, en la estructura de costos de producción de leche serán contemplados como materiales todos los elementos que se consumen durante el proceso y que están directamente relacionados con la producción de leche.

Los materiales ayudan a la transformación de las materias primas, pero no necesariamente se transforman o identifican en el producto final. Ejemplo de materiales son los alimentos balanceados, suplementos, fertilizantes, insecticidas, medicamentos veterinarios y demás.

- **Mano de obra:** los desembolsos relacionados con el capital humano que desempeña una labor o actividad dentro del proceso productivo. Su valoración contempla el salario, incluyendo bonificaciones y recargos por trabajo complementario como horas extras o dominicales y festivos, así como la seguridad social, las prestaciones sociales, vacaciones y aportes parafiscales.

Es importante tener en cuenta que, en el cálculo del costo de producción, los costos salariales incluyen todos los pagos que se hacen al per-



sonal, inclusive las retribuciones en especie como habitación, alimentación o productos terminados como la leche.

- **Bienes duraderos:** también denominados activos fijos, son los bienes de la empresa que tienen una duración relativamente larga, es decir que son utilizados durante al menos un ciclo de producción completo y que fueron adquiridos para utilizarse en la actividad productiva, por lo que no serán revendidos en el corto plazo.

Los bienes duraderos más comunes en ganadería son:

- **Físicos:** maquinaria, equipos, construcciones e instalaciones, vehículos, entre otros.
- **Biológicos:** animales reproductivos o de trabajo como vacas de cría, toros reproductores, bueyes o mulas para trabajo de carga o arado. Otros activos fijos biológicos pueden ser los cultivos perennes como pastos de corte o forrajes.

Nótese que los animales en levante o ceba no hacen parte de los bienes duraderos, debido a que representan el producto que está en transformación y, por lo tanto, son vendidos como producto final al terminar el ciclo productivo.

Los costos generados por los bienes duraderos son el mantenimiento y la depreciación (referido al costo generado por los activos físicos) o amortización (cuando el activo del que se trata es un bien biológico).

- **Servicios de terceros:** incluye los costos generados por la utilización de servicios que no produce la unidad productiva y que por lo tanto deben ser adquiridos o contratados con externos. Son ejemplos de servicios de terceros el pago de arrendamientos, fletes, servicios públicos y asesorías técnicas o veterinarias, entre otros.



### 3. Identificar las cantidades y valorar (en unidades monetarias) los recursos utilizados durante el periodo.

En este punto es importante notar que las cantidades y los precios de adquisición de los bienes y servicios utilizados se tabulan y analizan con valores promedio. Lo anterior debido a que normalmente, durante el periodo analizado, hay fluctuaciones derivadas del comportamiento de las fuerzas de mercado, los tipos de cambio y otras variables.

- **Materiales:** es necesario determinar qué cantidad de materiales fueron destinados al proceso de producción durante el periodo analizado. Para ello, es útil estructurar la información como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Cálculo del costo de materiales consumidos por periodo

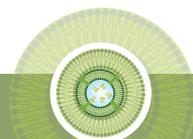
Fecha de consumo	Unidad de medida	Valor comercial*	Cantidad consumida	Costo de lo consumido**	Observación

\*Estos valores dependen del método de valoración de inventarios utilizado, aunque es común el uso del precio promedio del mercado.

\*\*Costo materiales (\$/periodo) = Cantidad consumida x precio promedio de compra.

**Fuente:** elaboración propia.

- **Mano de obra:** el costo por concepto de mano de obra corresponde a los pagos efectuados por salarios en efectivo o en especie, más los desembolsos por concepto de prestaciones sociales, seguridad social, vacaciones y aportes parafiscales si los hubiere (Tabla 2).



**Tabla 2.** Costos salariales

Empleado	Salario		Bonificación	Prestaciones sociales	Vacaciones	Parafiscales	Total
	Efectivo	Especie					

**Fuente:** elaboración propia.

- **Bienes duraderos:** recordemos que los costos generados por los bienes duraderos son la depreciación y el mantenimiento.

El costo por depreciación generado por los activos fijos representa la pérdida de valor por uso, desuso u obsolescencia que sufren los bienes duraderos con el transcurso del tiempo. El método más común para calcular la depreciación es llamado “línea recta” y se calcula dividiendo el valor del activo a depreciar (valor de adquisición) por la vida útil expresada en unidad de tiempo (años, meses, semestres), dependiendo del periodo que se quiera costear, así:

$$\text{Depreciación} \left( \frac{\$}{\text{periodo}} \right) = \frac{\text{Valor inicial del activo} (\$)}{\text{Valor útil (unidad de tiempo)}}$$

Si se trata de un activo biológico, como por ejemplo las vacas de producción, el valor inicial se calcula a precios de mercado para un semoviente de iguales condiciones. Sin embargo, para un cálculo más riguroso y acorde con las condiciones específicas del sistema que se está costeando, se recomienda que este valor sea estimado a través de la sumatoria de los costos incurridos en el levante de la novilla, desde su nacimiento hasta que esta se considera apta para entrar a servicio. En el caso de la



vida útil, esta deberá representar el valor promedio (número de lactancias) de vida productiva (excluyendo el periodo de levante) que tienen las vacas al interior de la granja objeto de análisis.

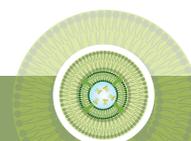
Respecto al mantenimiento (labores culturales), este costo representa los desembolsos realizados para mantener la operación normal del activo durante el periodo a costear. En la producción de leche es común encontrar mantenimiento de equipos de ordeño, tanque de enfriamiento, planes sanitarios, control de malezas y otras labores culturales realizadas a los activos biológicos como vacas, novillas, toros o pasturas. Sin embargo, es importante considerar que cuando se tienen activos fijos biológicos, el mantenimiento usualmente se lleva directamente a la estructura de costos con su respectiva denominación, es decir, no se tabulan bajo el nombre mantenimiento. Los costos por depreciación y mantenimiento se tabulan como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Costo por uso de activos fijos

Bien duradero	Cantidad (unidades)	Valor comercial unitario (\$)	Valor total (\$)	Vida útil (periodos)	Depreciación (\$/periodo)	Mantenimiento (\$/periodo)

**Fuente:** elaboración propia.

- **Servicios prestados por terceros:** es necesario controlar la cantidad, periodicidad y costo de los servicios recibidos de terceros durante el periodo (ver Tabla 4).



**Tabla 4.** Costos de los servicios prestados de terceros

Fecha	Concepto	Unidad de medida	Valor
Total de costo de servicios de terceros			

**Fuente:** elaboración propia.

## 4. Clasificar el comportamiento de los costos

Al analizar los costos de producción en un negocio, es importante conocer el impacto que estos generan en las utilidades ante escenarios de incertidumbre y disminución en el nivel de ventas. Para ello es útil la clasificación del comportamiento de los costos:

- **Costos fijos:** son los costos que permanecen constantes respecto a las cantidades consumidas, sin importar el nivel de producción y ventas con que la empresa opere. Cuando se tiene una proporción importante de costos fijos, existe un mayor riesgo sobre las utilidades dada una posible disminución futura en las ventas. Ejemplos de costos fijos son los arrendamientos, impuesto predial, depreciaciones, mano de obra vinculada, vacunas y planes sanitarios en vacas o toros reproductores, entre otros.
- **Costos variables:** en este grupo se incluyen aquellos recursos cuyas cantidades consumidas cambian en función de las oscilaciones que sufren las ventas. Es decir, si las ventas caen, el consumo de estos recursos también disminuye. Entre estos se incluyen los fletes de leche, vacunación y alimentación de novillas de levante, entre otros.

Nótese que algunos elementos de costo, como las vacunas, pueden representar costos fijos en un proceso y costos variables en otro,



debido a que el producto generado en cada proceso es distinto. En este caso, mientras las vacunas de vacas y toros son independientes de la cantidad de leche producida, y por lo tanto consideradas como costos fijos, en el levante de animales este costo varía en función del número de novillas que haya durante el periodo analizado, razón por la cual se considera un costo variable.

- **Costos mixtos:** estos son los costos que, simultáneamente, presentan una fracción fija y una variable. Un ejemplo de costo mixto es el alimento balanceado en vacas lecheras, del cual una parte se destina para mantenimiento y otra para reproducción y lactancia. Lo ideal es separar ambas fracciones y ubicarlas en el grupo de fijos o variables según corresponda.

## 5. Elaborar la estructura de costos

La forma de presentar la estructura de costos depende de la información disponible y el tipo de análisis que se desee abordar. Si se quiere realizar un análisis de equilibrio, lo cual sería ideal, es común incluir la clasificación de los costos según su comportamiento. Por otro lado, para un mayor control de la ejecución de los recursos, se recomienda incluir también la clasificación de los costos según denominación contable a través de la clasificación de recursos de la siguiente manera:

- Materiales y materias primas
- Mano de obra
- Otros costos: en este grupo se incluyen aquellos elementos de costos que no hacen parte de los dos grupos anteriores. Ejemplos de estos son: arrendamientos, depreciaciones, mantenimiento, asesorías técnicas, impuestos, fletes, entre otros.



En la Tabla 5 se detalla la estructura de costos típica para sistemas de producción de leche.

**Tabla 5.** Estructura de costos de producción

Grupo	Elemento	Comportamiento	
		Fijo (\$)	Variable (\$)
Materiales			
Mano de obra			
Otros costos			
Subtotal		Costo fijo total de producción (CFTP)	Costo variable total de producción (CVTP)

**Fuente:** elaboración propia.

Donde

$$\text{Costo total de producción (\$/periodo)} = \text{CFTP} + \text{CVTP}$$

Nótese que hasta ahora únicamente se han tabulado los recursos que se utilizan en el proceso productivo y que se denominan costos de producción. Para un análisis global es necesario estimar también los gastos operacionales del periodo, como se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Estructura de gastos operacionales

Elemento	Comportamiento	
	Fijo (\$)	Variable (\$)
Subtotal	Gasto fijo total (GTP)	Gasto variable total (GVT)

**Fuente:** elaboración propia.



Una vez calculados los costos totales de producción (CTP) y los gastos totales (GT), contemplando tanto los fijos como los variables, es posible calcular los costos totales (CT) fijos y variables, así:

$$\text{Costo fijo total (\$/periodo)} = \text{CFTP} + \text{GF}$$

$$\text{Costo variable total (\$/periodo)} = \text{CFTP} + \text{GV}$$

$$\text{Costo total (\$/periodo)} = \text{CTP} + \text{GT} \quad \text{Costo total (\$/periodo)} = \text{CTP} + \text{GT}$$

$$\text{Costo unitario (\$/litro)} = \text{CTP} + \text{GT} = \frac{\text{Costo total del periodo}}{\text{Litros de leche producidos por periodo}}$$

## 6. Análisis de equilibrio

Una herramienta de gran utilidad para el productor es el análisis del punto de equilibrio, pues permite conocer con qué cantidad de leche vendida es posible cubrir los costos fijos y variables. Conocer este indicador permite al productor verificar qué tan riesgosa sería la operación de la empresa en caso tal de que las ventas de leche disminuyeran. Además, facilita realizar un control y planificación de la producción en el corto plazo. Para su cálculo es necesario contar con los siguientes datos:

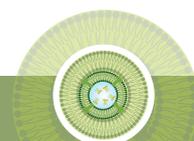
**Precio de venta (\\$/litro):** calculado como valor promedio del precio pagado por la leche para el periodo analizado.

**Costo fijo total (\\$/periodo):** equivale a la suma de los costos fijos totales de producción (CFTP) y los gastos operacionales fijos.

**Costo variable unitario (\\$/litro):** calculado de la siguiente manera:

$$\text{Costo variable unitario (\$/litro)} = \frac{\text{Costo variable total (CVT) del periodo}}{\text{Litros de leche producidos por periodo}}$$

Con ello, es posible calcular el punto de equilibrio, así:



$$\text{Punto de Equilibrio (litros/periodo)} = \frac{\text{Costo fijo total}}{\text{Precio venta} - \text{Costo variable unitario}}$$

Una vez se tenga el punto de equilibrio, el productor podrá planificar la producción en niveles superiores al punto de equilibrio y establecer un control permanente de la producción, de manera que se verifique qué tan alejado se encuentra el nivel de ventas actual de la producción de equilibrio y, por tanto, controlar también las utilidades esperadas.

## 4. Cálculo de las pérdidas por enfermedad de la glándula mamaria

Una de las principales preocupaciones del productor de leche es conocer qué tanto se afectan los resultados económicos del hato lechero cuando se identifica la presencia de alguna patología en los animales. Podría afirmarse que, en sistemas especializados de leche, dichas enfermedades son causales directas de bajas en la producción, por lo que es fácil identificar cuál sería el impacto de esta situación en las utilidades del negocio.

Lo primero que habría que hacer es calcular el estado económico del hato operando bajo condiciones normales, es decir, sin patologías. Para ello, bastaría con calcular las utilidades dadas las condiciones promedio de operación, así:

$$\text{Utilidad (\$/periodo)} = [Q * (Pv - Cvu)] - \text{Costo fijo total}$$

Donde:

Q: litros de leche vendidos en el periodo

Pv: precio de venta por litro de leche

Cvu: costo variable unitario



Así, para verificar cuál es el efecto económico de la enfermedad, basta con obtener las nuevas utilidades considerando la baja en producción y venta de leche causada por la patología:

$$\text{Utilidad (\$/periodo)} = [Q \cdot (P_v - C_{vu})] - \text{Costo fijo total}$$

Donde:

**Q**: litros de leche vendidos en el periodo, considerando la baja en producción derivada de la enfermedad.

Es importante aclarar que la relación costo/volumen/utilidad parte del supuesto de que el análisis se realiza en el corto plazo económico y, por lo tanto, el valor promedio de las variables que no son objeto de análisis, en este caso  $P_v$ ,  $C_{vu}$  y CFT, permanecen constantes.

La ecuación anterior es útil para calcular cuál sería el impacto económico derivado de una modificación en cualquiera de las variables allí involucradas. Así, al igual que con el volumen de ventas, podrían involucrarse cambios en los precios de venta, costos fijos de producción o costos variables unitarios.

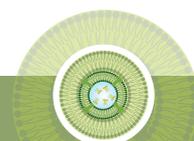
## 5. Caso de estudio

Se tiene un hato lechero de 25 vacas, su volumen de producción promedio ajustado a 305 días de lactancia es de 15 litros/día. La información contable, para un año de operaciones, se presenta en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Información contable - caso de estudio

Elemento	Valor
Costo fijo total (incluyendo gastos operacionales)	80 millones
Costo variable unitario (\$/litro)	260
Precio de venta (\$/litro)	1.000
Venta de leche (litros/año)	136.875

**Fuente:** elaboración propia.



Utilizamos la ecuación de punto de equilibrio para calcular el volumen de venta de leche requerido para cubrir los costos derivados de la operación:

$$\text{Punto de Equilibrio (litros/año)} = \frac{80.000.000}{1.000 - 260} = 108.108$$

Según lo anterior, sería necesario vender 108.108 litros de leche al año para cubrir los costos totales del periodo. En otras palabras, para que el empresario no gane ni pierda dinero, se requiere que en promedio se tenga un volumen de producción de 11.8 litros/vaca/día.

Dado que el nivel de producción actual supera el punto de equilibrio, se puede concluir que la actividad lechera está generando excedentes económicos al productor. Calculamos los excedentes de la siguiente manera:

$$\text{Utilidad (\$/año)} = [136.875 * (1.000 - 260)] - 80.000$$

$$\text{Utilidad (\$/año)} = 21.287.500$$

Supongamos que en el siguiente período se ha identificado presencia de mastitis subclínica en el 20% de las vacas. Esto podría representar una disminución en la producción de leche promedio de las vacas afectadas de hasta un 10%. **¿Cuál sería el impacto económico de esta situación?**

Para dar solución a esta pregunta, necesitamos conocer el volumen de producción (Q) en este escenario:

$$Q \left( \frac{\text{litros}}{\text{año}} \right) = [5 \text{ vacas} * 15 \text{ litros/día} * 0,9 * 365 \text{ días}] + [20 \text{ vacas} * 15 \text{ litros/día} * 365 \text{ días}]$$

$$Q \left( \frac{\text{litros}}{\text{año}} \right) = 134.138$$



Manteniendo constantes todas las demás variables, y de acuerdo con la ecuación para el cálculo de las utilidades, la ganancia del productor sería:

$$\text{Utilidad (\$/año)} = [134.138 * (1.000 - 260)] - 80.000.000$$

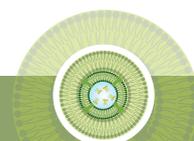
$$\text{Utilidad (\$/año)} = 19.262.120$$

Contemplando únicamente el costo de oportunidad ocasionado por disminución en la producción, se tendría como resultado una disminución del 9,5% en la utilidad del productor de leche. Este valor es relevante si se considera que esta enfermedad trae consigo implicaciones adicionales como el incremento de los costos de producción por tratamientos veterinarios o la disminución en el precio de venta de la leche por pérdida de bonificaciones voluntarias por calidad sanitaria.

Para calcular las pérdidas, basta con calcular una nueva utilidad. Se debe considerar (i) el incremento en los costos fijos por concepto de medicamentos y honorarios veterinarios y (ii) la disminución del precio de venta de la leche, en una proporción igual a la bonificación voluntaria que se ha dejado de percibir debido al aumento en el recuento de células somáticas en tanque.

## Bibliografía

- Barrios D., Restrepo-Escobar F. J. & Ceron-Munoz, M. (2016). Antecedentes sobre gestión tecnológica como estrategia de competitividad en el sector lechero colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 28(125), 1-1.
- Barrios D. & Duque L. (2012). Costo económico por quistes foliculares en vacas lecheras posparto. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(2), 252-257.
- Castro-Hernández, P. & Carvajal, A. (2020). Administración de los procesos de internacionalización aplicables al Departamento de Boyacá. *Revista Estrategia Organizacional*, 9(1).



- Ruiz, J.F., Cerón-Muñoz, M.F., Barahona-Rosales, R. & Bolívar-Vergara, D.M. (2019). Caracterización de los sistemas de producción bovina de leche según el nivel de intensificación y su relación con variables económicas y técnicas asociadas a la sustentabilidad. *Livestock Research for Rural Development*, 31(3).
- Toro, J. (2011). Situación actual del sector agropecuario en Antioquia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3), 360-361.
- Vásquez-Jaramillo, C., Barrios, D. & Cerón-Muñoz MF. (2018). Estudio exploratorio de la calidad de vida en el trabajo de ordeñadores de sistemas de producción de leche. *Archivos de Zootecnia*, 67(258), 228-233.
- Villanueva-Mejía, D.F. (2018). Estudios sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia. En: *Estudio sobre Bioeconomía* (pp. 5-49). Medellín, Colombia: Universidad Eafit.