

# Método integral para la gestión de la producción de lechería especializada, en el trópico alto cundinamarqués, SENA Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) de Mosquera

Caracterización del proceso e identificación de oportunidades de mejoramiento

Integral method for the management of specialized dairy production, in the high tropics of Cundinamarca, SENA Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) of Mosquera  
Characterization of the process and identification of improvement opportunities

Juan Carlos Silva R. \*

José A. Mesa R. \*\*

Paola Zuleta B. \*\*\*

\* Ingeniero Industrial - Universidad Antonio Nariño / Candidato a Maestría en Ingeniería Industrial - Universidad Distrital Francisco José de Caldas

\*\* Ingeniero de Sistemas - M.Sc en Ingeniería Industrial

\*\*\* Ingeniera Industrial - Universidad de Antioquia

Fecha recibido: 07 - abril - 2017

Fecha aceptado: 19 - julio - 2017

## Resumen

En este documento se lleva a cabo, primeramente, la caracterización del proceso de producción de lechería especializada de la Finca San Pedro, Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) de Mosquera, Cundinamarca. Se identifican los procesos principales, las variables de estado, entrada, proceso y salida y se propone un mapa de procesos del método de producción de leche. A continuación, se identifican oportunidades de mejoramiento y se propone una serie de estrategias tendientes a mejorar la productividad del sistema de producción vía costo y precio, como un paso inicial que permita proponer un método integral aplicable a fincas similares en la zona de influencia del CBA. En la línea de investigación se ha considerado este trabajo como un insumo para, en un esfuerzo posterior, proponer un Cuadro de Mando Integral (CMI) como modelo conceptual para desarrollar modelos de simulación y optimización que permitan validar la implementación de las estrategias propuestas.

## Palabras clave

Producción, productividad, lechería especializada, modelamiento, simulación, Cuadro de Mando Integral.

## Abstract

This paper shows, firstly, the characterization of the specialized dairy production process of the San Pedro Farm, Agricultural Biotechnology Center of Mosquera, Cundinamarca. The main processes, the state, input, process and output variables are identified and a process map of the production method is proposed. Then, improvement opportunities are identified and a number of strategies to increase the productivity of the milk production system through cost and price are proposed. This, as an initial step to put forward a comprehensive method applicable to similar farms in the area of influence of the CBA. The research group has considered this work as an input to a subsequent effort to propose a Balanced Scorecard and a conceptual model to develop simulation and optimization models to validate the implementation of the proposed strategies.

## Key words

Milk production, productivity, dairy production, modeling, simulation, Balanced Scorecard.

## INTRODUCCIÓN

El SENA es un establecimiento público colombiano del orden nacional, encargado de cumplir la función que corresponde al Estado de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral, para la incor-

poración y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país.

El CBA Mosquera, Cundinamarca, en su propósito de desarrollar procesos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico a través del Sistema de Investigación,



**Figura 1.** Vista satelital del CBA Mosquera en la cual se aprecian: 1. Ingreso al CBA. 2. Sector administrativo. 3. Gerencia de la finca. 4. Planta de agua. 5. Planta de ordeño. 6. Estercolero. 7. Siembra de especies forrajeras. Las pasturas están entre la planta de ordeño y la siembra de especies forrajeras

**Fuente:** Google Earth. Recuperada el 2/09/2016, foto: Astrium 27/01/2016. Adaptada por los autores.

Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA), desarrolla la línea de investigación “Método integral para la gestión de la producción de lechería especializada, en el trópico alto cundinamarqués, caso específico del Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) de Mosquera 2015-2016”, cuyo objetivo primordial es desarrollar un método de producción de leche que rentabilice el negocio ganadero en la provincia cundinamarquesa de la Sabana de Occidente.

## FINCA TIPO PARA LA SABANA DEL OCCIDENTE DE CUNDINAMARCA

La Finca San Pedro (vereda San José, Mosquera, Cundinamarca, Colombia) en la cual hay un proceso de producción especializado de leche, asociado a un proceso de formación técnica y tecnológica, busca optimizar la posible y futura asignación de recursos en una finca tipo, para lo cual es necesario a) identificar el proceso productivo actual, b) definir un horizonte de planeación, c) definir las diferentes variables existentes y d) seleccionar las fuentes de información. Dicha información nos permitirá modelar el funcionamiento sistema actual.

Mosquera se encuentra a diez kilómetros al occidente de Bogotá D.C. y a una altura cercana de 2.500 msnm en terreno principalmente plano. La finca está en el kilómetro 7 de la vía Bogotá-Mosquera, en las coordenadas geográficas 4° 40' 9,34" latitud norte y 74° 15' 5,07" longitud oeste, a una altitud de 2.516 msnm (Servicio Nacional de

Aprendizaje, SENA). La finca cuenta con un total de 112 hectáreas, 55 de ellas destinadas a ganadería divididas en 12 lotes, los cuales a su vez están subdivididos en 34 potreros (Bojacá, 2016). La finca San Pedro está certificada por unidades productivas. La unidad de ganadería cuenta con tres importantes certificaciones (Ocampo, 2016): 1) Hato libre de brucela, 2) Hato libre de tuberculosis y 3) Buenas Prácticas Ganaderas (BPG). Además de la producción lechera, en las otras 57 hectáreas, se cuenta con cultivos y un área pecuaria que incluye también ganado bovino, porcino, avícola, caprino y cría de conejos que comprenden las unidades de producción primaria del Centro. La figura 1, muestra una vista satelital del CBA de Mosquera y la ubicación de su infraestructura lechera.

## LAS VACAS, UNIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA INDUSTRIA LECHERA

El ganado bovino está dividido en siete grupos de acuerdo a su estado reproductivo, edad o peso y sexo (Ocampo, 2016). De acuerdo con lo anterior, en la Tabla 1 se observa el número de animales por cada grupo y potrero al 10 de julio de 2015.<sup>1</sup>

Por otro lado, cuatro razas hacen presencia en el ganado bovino de la finca, lo cual se describe en la Tabla 2.

<sup>1</sup> Se debe tomar una fecha de referencia para el inventario, ya que esta variable cambia continuamente con el tiempo.

**Tabla 1.** Inventario animal bovino por grupos o potreros de la finca San Pedro del CBA del SENA

Grupo o potrero	Nota	Número de animales
Machos	Crías machos desde el nacimiento hasta el tercer mes de edad.	0
Crías	Hembras desde el nacimiento hasta el tercer mes de edad. Los animales de este grupo pesan entre 40 kg y 150 kg.	9
Hato	Vacas produciendo leche desde los 8 días de paridas hasta los 7 meses de gestación o hasta alcanzar una producción de menos de 6 litros diarios de leche.	56
Horro	Vacas preñadas y no preñadas que están secas. En relación a las vacas que están preñadas, el horro comprende el período entre el séptimo mes de gestación, momento en el que el animal es secado, hasta el inicio de la manga, 15 días antes del parto.	27
Levante 1	Terneras desde el tercer hasta el noveno mes de edad. Los animales de este grupo pesan entre 150 kg y 250kg o 260 kg.	14
Levante 2	Terneras desde el noveno mes de edad hasta preñez o descarte por deficiencia reproductiva. A pesar de que a partir de los 18 meses de edad las terneras pueden comenzar a ser inseminadas, la veterinaria de la finca San Pedro, la señora Tatiana Ocampo, recomienda que este procedimiento se haga por primera vez cuando el animal cumpla los 24 meses de edad.	28
Manga	15 días antes de la fecha prevista del parto la vaca es ingresada al grupo manga y sale 8 días después del alumbramiento, momento en el que dejan de producir calostro y leche de transición.	1
<b>Total de animales activos</b>		<b>135</b>

Fuente: Centro de Biotecnología Agropecuaria SENA.

**Tabla 2.** Inventario animal bovino por razas de la finca San Pedro del CBA del SENA

Raza	% Ganado
Holstein y sus cruces	79,63%
Angus	3,09%
Overo colorado	16,67%
Simmental	0,62%

Fuente: Centro de Biotecnología Agropecuaria SENA.

## PROPUESTA DE MAPA DE PROCESOS ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN UNA FINCA TIPO

Como inicio de la formulación de un programa de productividad orientado al mejoramiento de la rentabilidad vía costos y precios se propone identificar los procesos y organizar la finca a la luz de la norma ISO9000. En la Figura 2, se muestra el mapa de procesos propuesto para la finca San Pedro del CBA del SENA.



**Figura 2.** Mapa de procesos propuesto para la finca San Pedro del Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) del SENA

Fuente: la presente investigación.

Los indicadores de desempeño de este proceso, estarán relacionados con los indicadores a desarrollar en el cuadro de mando integral.

## IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE ENTRADA, PROCESO Y SALIDA Y VARIABLES DE ESTADO

### Entradas

Las entradas son todos aquellos insumos y recursos que el sistema requiere para que el proceso de producción pueda ser llevado a cabo. Las diferentes entradas son empleadas y/o transformadas durante el proceso productivo para obtener el producto final y las demás salidas del sistema.

Las entradas identificadas del sistema de producción de lechería especializada de la finca San Pedro del Centro de Biotecnología (CBA) del SENA son las siguientes:

- **Alimentación:** la alimentación de los animales está compuesta básicamente de pasto, sales, concentrado y agua; la sal que se suministra a los animales es sal mineralizada, ya que ésta ayuda a estimular la aparición o presencia de calor o celo en los mismos (Bojacá, 2016).
- **Salud preventiva:** comprende la vacunación y la desparasitación que debe hacerse a los animales, así como la fumigación que requieren los potreros, todo lo cual se lleva a cabo con el fin de evitar enfermedades del ganado.
- **Salud correctiva:** comprende los tratamientos de mastitis y de otras enfermedades que afectan el ganado. La mastitis (inflamación de la ubre) es una de las principales y la más común de las afecciones de vacas lecheras de acuerdo a los registros sanitarios de la finca San Pedro, afectando los niveles de producción debido al retiro de leche como consecuencia de la aplicación de tratamientos con medicamentos, los cuales generan así entradas no deseadas al sistema debido a que son insumos necesarios para recuperar la salud de los animales.
- **Recursos humanos:** comprende todo el personal operativo, técnico, administrativo y de apoyo que requiere la finca para su correcta operación. Dicho personal está compuesto por: aprendices, trabajadores oficiales o de planta, instructores, médico veterinario y gerente.
- **Infraestructura:** hace referencia a los diferentes recursos físicos con los que debe contar la finca para que el proceso de producción pueda ser llevado a cabo. Entre los recursos identificados se encuentran: agua, potreros, fertilizantes y abonos, electricidad, planta o máquina de ordeño y sistemas de información.

### Procesos

El sistema bajo análisis corresponde a un ciclo de vida que comprende diferentes etapas o subprocesos: nacimiento, maduración, reproducción y muerte o salida, con repeticiones en la etapa de reproducción, en la que se obtiene el producto final del proceso productivo, es decir, la leche, y nacen las unidades animales que reemplazarán las salidas. Teniendo esto en cuenta, “este sistema se diferencia de otros en la transformación no solo de insumos sino también de las unidades que albergan las operaciones de procesamiento del producto como tal. Es decir, el sistema biológico reproductivo bovino es la unidad encargada de la producción y generación de leche, transformando insumos (alimentación, inseminación, tratamientos veterinarios) y respondiendo a cambios hormonales por gestación y partos, pero para que esto suceda el animal debe atravesar previamente su propio proceso de crecimiento, maduración y preñez, con lo cual la unidad de transformación es también producto del sistema” (Ospina Garzón, 2015).

De acuerdo con esto, las etapas que atraviesan las unidades animales y que componen el proceso de producción de lechería especializada son:

- **Maduración:** hace referencia al crecimiento del animal desde su nacimiento hasta llegar a su etapa reproductiva, para lo cual se deben cumplir con ciertas condiciones de peso corporal (entre 250 kg y 380 kg, según la raza del animal) y edad (entre 18 y 24 meses de edad, preferiblemente, 24 meses).
- **Reproducción:** comprende los procesos de celo o calor (momento en el que las hembras con madurez reproductiva son receptivas sexualmente y dan lugar a la ovulación), inseminación artificial (o monta) y la concepción, la cual puede entenderse como el éxito de la inseminación, lo que provoca la preñez del animal.
- **Gestación:** hace referencia al período comprendido entre la concepción y el parto o aborto.
- **Parto:** corresponde al nacimiento de la cría. Este evento puede generar una de las salidas del sistema, ya que si la cría que nace es hembra, ésta dará comienzo a un nuevo ciclo de vida dentro del sistema entrando a la fase de maduración, pero si el recién nacido es macho, éste es mantenido pocos días dentro de la finca para ser rápidamente vendido como ganado en pie. Por otro lado, el nacimiento de una cría no siempre es exitoso, por el contrario, pueden presentarse también mortinatos, es decir, animales que no sobreviven al parto o que nacen muertos. Sin embargo, un parto, sin importar su resultado (mortinato, hembra o macho), tiene como consecuencia el inicio de la etapa de lactancia de la vaca

y por ende la obtención del producto final, es decir, la leche.

- **Producción de calostro:** período que va desde la expulsión de la cría hasta que ésta tiene 8 días de edad, momento en el que es separada de su madre y comienza la producción de leche propiamente dicha.
- **Lactancia y ordeño:** hace referencia al período durante el cual la vaca es ordeñada diariamente con el fin de producir u obtener leche cruda. Teóricamente, dicho período dura alrededor de 10 meses o 305 días, tiempo que es dividido generalmente en 3 etapas, diferenciando la cantidad promedio diaria de litros de leche obtenidos por animal (Restrepo, 2016). En relación a esto, es importante conocer en qué etapa de lactancia se encuentran cada uno de los animales que componen el hato, ya que los requerimientos alimenticios varían según dichas etapas; el mayor requerimiento alimenticio lo tienen las vacas en producción en primera fase de lactancia (Rojo, 2016).
- **Descarte:** corresponde al momento en el que la vaca culmina su etapa productiva y es extraída del ganado. Los animales en la finca son descartados por edad (10 años) o por deficiencia reproductiva (Ocampo, 2016).<sup>2</sup>

### Salidas

Las salidas corresponden a los diferentes productos o bienes que son obtenidos como resultado de la ejecución del proceso productivo.

De acuerdo con esto, las salidas identificadas del proceso de producción de lechería especializada desarrollado en la finca San Pedro son:

- **Leche:** corresponde al producto principal obtenido del proceso de producción. Una proporción de la leche obtenida es enviada al área de agroindustria del CBA del SENA para el procesamiento y posterior comercialización de derivados lácteos, mientras que el resto del producto es vendido a un precio variable, según la calidad del mismo, al único cliente con el que cuenta la finca, es decir, COLANTA.<sup>3</sup>
- **Ventas de ganado en pie:** el CBA no está autorizado para sacrificar ganado bovino, por lo que los animales

<sup>2</sup> Una razón adicional para efectuar descarte es la presencia de alguna enfermedad mortal o de una que no permita la movilidad propia del animal. Estas afecciones son poco probables de acuerdo con los registros de la finca y no impactan significativamente la dinámica del sistema (Ospina Garzón, 2015).

<sup>3</sup> La finca San Pedro cuenta con ventas a otros clientes, pero las cantidades no superan en su mayoría los 50 litros y su frecuencia es baja, por tanto no son incluidos en la estructura del proceso (Ospina Garzón, 2015).

que deben salir del sistema, ya sea terneros machos o vacas en descarte, son vendidos en pie (vivos).

Una vez establecidas las entradas, los procesos y las salidas del sistema bajo análisis, fueron identificados diferentes parámetros, variables y costos que deben ser medidos con el fin de administrar el proceso productivo. En la Tabla 3 se indican las variables, los parámetros y los costos identificados según las entradas, los procesos y las salidas del sistema.

## ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE LECHERÍA ESPECIALIZADA

El aumento de la rentabilidad del proceso de producción de lechería especializada depende en gran medida del mejoramiento de la relación Suelo-Planta-Animal. De acuerdo con esto, se tiene que dos aspectos claves para alcanzar altos niveles de productividad en dicho proceso son: la alimentación del ganado y la fertilización de pasturas, los cuales representan entre el 70% y el 75% de los costos de producción de la leche (Rojo, 2016).

Partiendo de esto, a continuación se listan diferentes estrategias que han sido identificadas por medio de consulta con expertos y referencias bibliográficas, para aumentar o mejorar la rentabilidad de la producción de lechería especializada tanto vía precio como vía costo. Para la implementación de todas o cualquiera de ellas se requiere una transformación de los procesos internos. “Las empresas tienen claro que los servicios y productos que ofrecen son, en gran parte, resultado de sus procesos internos. Son éstos los que aportan su valor añadido, además, se repiten muchas veces en los proyectos y los servicios suministrados. Por ello, una mejora o una disminución de costes en un proceso multiplican su efecto económico para la empresa (Nevado Peña, López Ruiz, Pérez-Carballo, & Zaratiegui).

### ESTRATEGIAS DE MEJORA VÍA COSTO

No fue posible evidenciar un centro de costos contable propiamente dicho y no se obtuvo información completa de costos de la finca, no hay claridad en los aportes o costos de mano de obra ni comida, “todos los alimentos cultivados en la granja durante el año, o las cantidades compradas durante el año y usadas en el negocio de la leche, deben ser cargadas a dicha producción como gastos” (ICA; CORPOICA; UDCA, 2007).

Las estrategias de mejora identificadas que afectan los costos de producción de lechería especializada son:

1. Mejorar la fertilidad física, biológica, química e hídrica del suelo, estableciendo planes de fertilización adecuados

**Tabla 3.** Variables, parámetros y costos identificados según las entradas, los procesos y las salidas del sistema de producción de lechería especializada de la finca San Pedro del Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) del SENA

Subproceso	Tipo	Variables	Parámetros	Costos
Alimentación	Entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad en kilogramos de cada tipo de alimento necesario para alimentar a los animales en un tiempo determinado.</li> <li>- Peso de los animales.</li> <li>- Número de vacas que están en sobrepeso, subpeso y peso normal.</li> <li>- Número de vacas por hectárea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad y tipo de concentrado o sal suministrados diariamente a cada animal, de acuerdo a su estado y edad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo de cada tipo de concentrado y sal.</li> <li>- Costo de pasto de potrero.</li> <li>- Costo de silo.</li> </ul>
Salud preventiva	Entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de vacas vacunadas (antiaftosa y/o brucelosis) en un determinado tiempo.</li> <li>- Número de vacas a desparasitar en el tiempo destinado para esta actividad.</li> <li>- Cantidad de leche en litros retirados por desparasitación en un tiempo determinado.</li> <li>- Número de vacas destinadas a la aplicación de cada tipo de pesticida en un tiempo determinado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de vacunas, cantidad y dosis necesarias de acuerdo al estado del animal.</li> <li>- Medicamento, cantidad, frecuencia y efecto en la leche por unidad animal debido a desparasitación.</li> <li>- Medicamento, cantidad, frecuencia y efecto en la leche por unidad animal por aplicación de pesticidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo de cada tipo de vacunación.</li> <li>- Costo de purga (desparasitación).</li> <li>- Costo de control de mosca y caravanas.</li> </ul>
Salud correctiva		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de vacas afectadas por mastitis en un tiempo determinado.</li> <li>- Cantidad de leche en litros retirados por mastitis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probabilidad de adquirir mastitis por tipo de vaca en cada etapa de lactancia y su efecto en la leche.</li> <li>- Programación de pruebas para diagnóstico de mastitis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo de los medicamentos utilizados para el tratamiento de mastitis.</li> </ul>
Maduración	Proceso		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo necesario para alcanzar la fase reproductiva de las hembras.</li> <li>- Tiempo de conservación de machos antes de su venta.</li> </ul>	
Reproducción	Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de vacas inseminadas naturalmente en un determinado tiempo.</li> <li>- Número de vacas inseminadas artificialmente en un determinado tiempo.</li> <li>- Número de concepciones exitosas en un tiempo determinado.</li> <li>- Número de concepciones no exitosas en un determinado tiempo.</li> <li>- Número de vacas en etapa reproductiva.</li> <li>- Número de vacas preñadas.</li> <li>- Número de machos.</li> <li>- Número de hembras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frecuencia del celo.</li> <li>- Tiempo para la aparición del celo luego de un parto.</li> <li>- Tiempo de espera luego de la inseminación para confirmar preñez.</li> <li>- Probabilidad de concepción luego de inseminar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo de la inseminación.</li> </ul>
Gestación	Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de partos en un tiempo determinado.</li> <li>- Cantidad de abortos en un tiempo determinado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo de gestación.</li> <li>- Probabilidad de aborto.</li> </ul>	
Parto	Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de neonatos (recién nacidos) supervivientes al parto en un tiempo determinado.</li> <li>- Cantidad de mortinatos (recién nacidos que mueren) en un tiempo determinado.</li> <li>- Cantidad de nacimientos de hembras en un tiempo determinado.</li> <li>- Cantidad de nacimientos de machos en un tiempo determinado.</li> <li>- Cantidad de partos por animal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probabilidad de supervivencia del neonato.</li> <li>- Probabilidad de que la cría sea hembra.</li> </ul>	

Subproceso	Tipo	Variables	Parámetros	Costos
Producción de calostro	Proceso	-Número de vacas produciendo calostro en un tiempo determinado. -Cantidad de litros de calostro producidos en un tiempo determinado.	-Tiempo de inicio del ordeño para producción luego del parto.	
Lactancia y ordeño	Proceso	-Número de vacas en cada etapa de lactancia en un tiempo determinado. - Cantidad de litros de leche ordeñados en un tiempo determinado*. - Cantidad de litros de leche ordeñados por día por animal*.	- Etapas de lactancia y sus respectivas tasas de producción. - Frecuencia de ordeño. - Duración de la lactancia. - Tiempo de duración de la rutina de ordeño*. - Tiempo de duración del ordeño por animal*.	-Costo de consumo energético del equipo de ordeño. - Costo de limpieza del equipo de ordeño. -Costo de mantenimiento del equipo de ordeño.
Descarte	Proceso	-Número de vacas descartadas por deficiencia reproductiva en un tiempo determinado*. -Número de vacas descartadas por edad en un tiempo determinado*. -Número de vacas descartadas por enfermedad en un tiempo determinado*.	-Deficiencia reproductiva: vacas que no han tenido concepción exitosa luego de tres inseminaciones consecutivas. -Edad: cumplidos los 10 años las vacas son consideradas poco productivas, por lo cual son extraídas del ganado.	
Leche	Salida	-Cantidad de litros de leche vendidos en un tiempo determinado*. -Cantidad de litros de leche transferidos al área de agroindustria*. -Ingresos en dinero por venta de leche.	-Capacidad en litros de almacenamiento del taque de enfriamiento del equipo de ordeño. -Tiempo máximo de almacenamiento en el tanque de enfriamiento del equipo de ordeño. - Clientes. - Demanda de leche. -Frecuencia de recolección de la leche por parte de clientes. - Frecuencia de pago del producto por parte de clientes. - Precio de venta por litro de leche.	- Mano de obra directa del ordeño*.
Ventas en pie	Salida	-Número de terneros vendidos en pie en un tiempo determinado*. -Número de vacas descartadas vendidas en pie en un tiempo determinado*.	-Precio de venta de los machos. -Precio de venta de las vacas descartadas. -Precio del kilo de machos en pie. -Precio del kilo de hembras en pie*.	

Los elementos identificados con asterisco (\*) no habían sido evidenciados previamente en el análisis de la finca ni en los modelos de simulación propuestos.

Fuente: la presente investigación.

- (FEPL: Fertilización Estratégica en Producción de Leche) (Rojo, 2016). Para determinar la cantidad de fertilizante que se debe suministrar se debe establecer la tasa de extracción (anual) del pasto de los nutrientes presentes en el suelo; el pasto debe cumplir con ciertos requerimientos en nutrientes para poder suplir las necesidades alimentarias de los animales (Restrepo, 2016).
- Llevar a cabo un manejo adecuado de pasturas (mejora planeada de la biodiversidad) (Rojo, 2016).
  - Establecer un adecuado sistema de rotación de pasturas (Rojo, 2016).
  - Establecer correctamente los días de ocupación y descanso de praderas (tema de programación adecuada de la producción) (Rojo, 2016). Para poder establecer de manera precisa la duración de uso de los diferentes potreros, se recomienda llevar a cabo los aforos, teniendo en cuenta que un animal se come máximo el 3% de su peso vivo en materia seca al día (entre 10% y 12% de materia verde al día). Por tanto, para determinar la duración de un potrero en días se debe dar respuesta a las siguientes cuatro preguntas (Restrepo, 2016): 1) ¿Cuál es el peso del hato?, 2) ¿A cuánto equivale el 3% de éste peso?, 3) ¿Cuánta materia seca hay disponible? y 4) ¿Cuál es la duración del potrero en días?

5. En consideración a que los animales van consumiendo pasto en cada potrero y a que estos pisan, excretan y se echan sobre el mismo, se recomienda además delimitar cada potrero por áreas de acuerdo a la cantidad requerida para alimentar el ganado por día y dichas áreas subdividir las en franjas (por ejemplo, 3 franjas, cada una para 4 horas de consumo de pasto) (Restrepo, 2016), además, se sugiere mantener un registro de uso de potreros y sub potreros de acuerdo a la recomendación anterior.
6. Realizar un adecuado y riguroso monitoreo de calidad de las pasturas; entre los aspectos a controlar: aforo y grados *brix* (contenido de materia seca, generalmente azúcares) (Rojo, 2016).
7. Dar cumplimiento a los balances nutricionales (Rojo, 2016).
8. Llevar a cabo ajustes de dieta de manera constante (lo recomendable es que se haga cada 8 días, pero, si no es posible, hacerlo al menos cada 15 días) (Rojo, 2016). Para esto, se recomienda además crear un registro dentro del sistema de gestión de calidad que se denomine “control y ajuste de dietas”.
9. Controlar la variable de salida Producción–Concentrado (lts-vaca/día/kg concentrado). A mayor proporción de concentrado por litro de leche producida, mayores costos de producción (Rojo, 2016).
10. Por recomendaciones técnicas, el suministro de concentrado debe hacerse teniendo en cuenta la etapa de lactancia en la que se encuentre el animal, de la siguiente forma (Restrepo, 2016):
  11. Animales en el primer tercio (de 1 a 100 días): relación 3 a 1, es decir, por cada 3 litros de leche producidos, suministrar 1 kilo de concentrado.
  12. Animales en el segundo tercio (de 101 a 200 días): relación 4 a 1, es decir, por cada 4 litros de leche producidos, suministrar 1 kilo de concentrado.
  13. Animales en el tercer tercio (de 201 a 305 días): relación 5 a 1, es decir, por cada 5 litros de leche producidos, suministrar 1 kilo de concentrado.
14. Cuidar la relación Materia Seca de Pasto–Materia Seca de Concentrado. Esta relación debe ser siempre 60% - 40%, con el fin de evitar indigestar al animal y generar problemas de acidosis (Rojo, 2016). Los concentrados son ricos en almidones mientras que los pastos son ricos en celulosa, la cual se encarga de degradar material fibroso (Rojo, 2016). Prevenir la mastitis cumpliendo con todas las normas de aseo e higiene durante el proceso de producción (las vacas con mastitis deben ser ordeñadas al final para evitar la contaminación de las pezoneras) (Rojo, 2016).
15. Hacer uso intensivo de técnicas probadas de biotecnología (semen sexado, inseminación artificial, fertilización *in vitro* y el lavado de embriones para incrementar las probabilidades de tener crías hembras y sanas y transferir el conocimiento a los aprendices que luego aplicarán en sus fincas o lugares de trabajo. Es lo ideal en producción de leche especializada (lo natural en la preñez de una vaca es que sea 50% hembras – 50% machos) (Rojo, 2016). Para esto, se debe tener en cuenta que la inseminación artificial por medio de semen sexado tiene mejor respuesta en vacas primerizas pues con cada parto la fertilidad disminuye y se sabe que la desventaja del semen sexado, al ser tan manipulado, puede tener una tasa de fertilidad menor a la del semen normal.
16. Se recomienda mantener la práctica de no tener pasto como monocultivo y contar en cada potrero con más de una opción (por ejemplo, kikuyo, reygrass, etc.) de manera planeada y documentada, por el tema de manejo de plagas y de oferta de nutrientes para los animales.
17. Se recomienda que las especies forrajeras utilizadas, especialmente reygrass, provengan de manera planeada de semillas certificadas, con el fin de que dichas especies sean digeribles y de baja toxicidad para los animales. El reygrass abunda en Cundinamarca (Restrepo, 2016), por lo que se recomienda sacar provecho de esto, ya que el reygrass aporta mayor cantidad de proteína al animal que el kikuyo (Bojacá, 2016).
18. El silvopastoreo es una muy buena opción para mejorar la productividad en la producción de lechería especializada, pues con esta técnica, al emplear por ejemplo plantas leguminosas como Tilo, Botón de oro, Leucaena, etc. (fijadoras de nitrógeno y fuentes de proteína), se conserva más el suelo y por ende se debe fertilizar menos, además el animal puede contar con mayores opciones de alimentación. Al fertilizar menos, se puede evitar además contaminar fuentes de agua por el uso de químicos (Restrepo, 2016). El CBA ya ha comenzado esta innovación en un potrero en la parte sur de la finca, por lo que para producir la misma cantidad de pasto se requerirá menor cantidad de fertilizante en comparación con un cultivo normal (Restrepo, 2016).
19. En el silvopastoreo se pueden identificar tres estratos (Restrepo, 2016): 1) estrato bajo: el pasto. 2) estrato medio: todo lo que sea forrajero, es decir, que el animal pueda consumir y que lo suplemente y 3) estrato



alto: plantas que además de fijar nutrientes en el suelo, aportan sombra, lo que ayuda a termo-regular el animal, contribuyendo así a reducir el consumo energético requerido para hacerlo y mejora la producción del mismo (ganancia de peso, producción de leche).

20. Por otro lado, a un sistema silvopastoril se le puede poner por ejemplo un maderable y al cabo de un tiempo (15 o 20 años) extraer madera como otra alternativa de ingreso para la finca (Restrepo, 2016).
21. Se sugiere adquirir, instalar y mantener una planta eléctrica de emergencia en la finca como medida de contingencia en caso tal de que sea interrumpido el suministro de electricidad; esto con el fin de que el equipo de ordeño esté siempre trabajando y la leche almacenada esté siempre correctamente refrigerada (entre 2 y 6 grados centígrados) (Restrepo, 2016). En relación a esto, se recomienda además contar con pararrayos, puesto que en la zona las descargas eléctricas de la red y la atmósfera, afectan los componentes electrónicos y eléctricos de los equipos de ordeño. De esta manera se evitarán tanto paros en la producción como accidentes de trabajo generados por tormentas eléctricas, que incluso podrían afectar la salud y vida del ganado.

Además de las estrategias de mejoramiento que se han listado hasta el momento, la cuales se pueden considerar como generales, ya que podrían tener aplicabilidad en la gran mayoría de las fincas lecheras, con la visita realizada a la finca San Pedro del CBA del SENA, fue posible identificar de forma específica varias mejoras a nivel de costos que el proceso realizado allí requiere para aumentar sus niveles de productividad. Estas estrategias son (Ocampo, 2016):

1. Mejorar la política relacionada con el manejo de aguas (proyecto: cosecha de aguas lluvias).
2. Establecer un plan para manejo de excreta de bovinos. Actualmente los excrementos simplemente se envían al tanque estercolero, pero falta definir un plan organizado que mejore la labor desarrollada en la finca en este tema.
3. Documentar todos los procesos que son desarrollados en la finca, tanto los que exige la certificación en BPG como otros que no exige la misma pero que requieren de una mayor claridad, por ejemplo, documentar el proceso de venta de ganado en pie (proceso administrativo) acorde a las políticas del CBA.
4. También, se debe documentar todo lo relacionado con el manejo del equipo de ordeño y los sistemas de información Taurus y Dairy Plan. Estos son “Mecanismos de información que les permitan obtener, sobre la marcha, la información que necesitan para ir controlando, día

tras día, la consecución final de los objetivos establecidos y, en especial, el objetivo de beneficios” (Koenes, 1995).

5. Aumentar la producción de partos por año y asegurar que por lo menos la mitad de las crías sean hembras. En el 2015 el 70% de las crías fueron machos, por lo que se ha pensado en solicitar semen sexado para el año 2017.
6. Al finalizar cada año (entre noviembre y diciembre), la administración del centro solicita una proyección de gastos para el año siguiente, por lo que se debe hacer la proyección de los insumos requeridos tanto para formación como para producción de manera anual. En relación a esto, se puede mejorar significativamente la articulación entre formación y producción; no hay una planeación clara en relación a lo que se va a realizar en la finca en cuanto a formación. Por tanto, se debe establecer una mejor articulación entre ambas partes para asegurar una programación adecuada de actividades e insumos requeridos en la finca. En el futuro, un aumento de productividad y producción requerirá mayor mano de obra, y mantener el número de aprendices en la planta.
7. Por manual de funciones, quienes deben encargarse de la inseminación artificial de los animales son los trabajadores oficiales. En consideración al proceso de formación, dicho procedimiento es realizado en muchas ocasiones por los aprendices, lo cual debe llevarse a cabo con el mayor acompañamiento posible para minimizar el número de animales vacíos, no preñados o lastimados.
8. En el área de agroindustria se sugiere estandarizar la cantidad de litros de leche que requiere semanalmente para producción, ya que actualmente su solicitud semanal es variable, lo cual dificulta la planeación en cuanto al suministro del producto que debe hacer la finca de forma periódica a dicha área. “La planeación de la producción se refiere a establecer las unidades que se van a producir en un ciclo de tiempo (horizonte de tiempo definido). Con el fin de pronosticar, de una forma general y adecuada, los recursos necesarios que se requieren para el cumplimiento del plan. Además, la planeación de la producción es una de las funciones principales que se deben efectuar en la gestión gerencial, con el fin de obtener importantes logros en esta área” (Zapata Cano, Quesada Castro, & Montoya R., 2014).
9. La fumigación de cada lote debe realizarse 20 días después de que los animales salen del mismo. En la finca este procedimiento se realiza cada 20 días, generando sobrecostos y afectación al medio ambiente.

10. Sería conveniente contar con una laguna de oxidación para el manejo de excretas, lo cual resulta más adecuado en comparación con el manejo que se hace en tanque estercolero. Para su ubicación y características, se recomienda realizar un perfil topográfico de la finca y dimensionar el volumen de las excretas.
11. En relación al enterramiento de cadáveres, las BPG sugieren llevarlo a cabo según indicaciones del sistema de gestión de calidad, las cuales se listan a continuación. Para los residuos anatomopatológicos como amputaciones, muestras de sangre, cadáveres, placentas o camas de animales de zonas de cuarentena, se debe diseñar un mecanismo de enterramiento en caso de no contar con las condiciones para su recolección (Uribe, Zuluaga, Valencia, Murgueitio & Ochoa, 2011).
12. Se recomienda partir el cadáver en varias partes y punzar siempre el tracto digestivo en varios sitios para permitir la salida de gases.
13. No agregar directamente sobre el cadáver cal o desinfectantes que puedan alterar la descomposición.
14. Cavar la fosa de enterramiento a una distancia mínima de 20 metros de las fuentes de agua, mínimo a 10 metros de linderos con propiedades vecinas y a 50 metros de viviendas (mínimo).
15. La profundidad de la fosa debe ser suficiente para que al menos 30 cm de tierra queden encima del cadáver.
16. Sin embargo, debido a que el nivel freático de la finca San Pedro es alto, se recomienda evitar el enterramiento de cadáveres y finalizar la gestión de un punto de recolección intermedio para poder refrigerar cadáveres, placentas, y todo lo que sale en piezas de animales. Finalmente gestionar la recolección y disposición final de estos residuos con la compañía de aseo que presta sus servicios al CBA.
17. Incrementar la cantidad de leche producida para bajar la participación de los costos fijos.
18. El uso de rodillos masajeadores en el hato incrementa el confort de los bovinos y la cantidad de leche producida. En general se recomienda incrementar las prácticas de bienestar animal, “inadecuadas prácticas de bienestar animal conllevan a pérdidas económicas importantes” (Tafur Garzón & Acosta Barbosa, 2007).

## ESTRATEGIAS DE MEJORA VÍA PRECIO

El precio de la leche lo establece la Resolución 017 de 2012 del MADR, “por medio del cual se establece el Sistema de Pago de Leche Cruda al Proveedor” (Fondo Nacional del

Ganado FNG, Universidad EAN, SENA) y las estrategias de mejora identificadas que afectan el precio de venta de la leche producida directamente en la finca San Pedro del CBA del SENA, están relacionadas con el incremento en la cantidad y la calidad de la leche, y son:

1. Se recomienda minimizar en el hato los animales cruzados y tener Holstein puros y Overo colorado puros; con los primeros se mejoran los niveles de producción de leche y con los segundos el rendimiento en sólidos totales. Teniendo esto en cuenta, se recomienda dejar la leche obtenida de Holstein puros para COLANTA (interesa más el volumen que la calidad) y la obtenida de Overos puros para la industria (procesamiento de lácteos). Para ello, se requeriría hacer una diferenciación y separación de los animales según raza al momento de llevar a cabo el ordeño, esto con el fin de enviar la leche producida en cada caso a un tanque conmutado para almacenar el producto de forma separada.
2. Para bonificar en el precio de la leche por unidades formadoras de colonia, la principal medida es realizar la rutina de ordeño con todas las medidas de higiene e inocuidad recomendadas. En la finca esta bonificación varía dependiendo de los aprendices que intervienen en el proceso, ya que no todos llevan a cabo el mismo de la manera más limpia posible. Por tanto, se recomienda que los trabajadores de planta intervengan siempre en el proceso de ordeño. Además, se recomienda que los estudiantes únicamente intervengan en el ordeño con la supervisión de sus respectivos instructores, lo cual requeriría una mayor coordinación con el proceso de formación.
3. Mejorar la articulación entre las áreas de producción y agroindustria buscando obtener más productos y/o derivados lácteos de la mejor calidad, esto con el fin de establecer y posicionar una marca, que además de posibilitar el incremento en el precio de los productos obtenidos en el CBA, venda al SENA como centro de formación técnica y tecnológica de calidad para capturar nuevos estudiantes. Para la administración moderna es claro que el objetivo no es simplemente explotar los recursos, “sino programar su producción de acuerdo a las necesidades del consumidor (en cuanto a calidad, en cantidad, precio, etc.), que en este caso corresponde a la industria de lácteos” (Universidad Nacional de Colombia, 2002).

## RECOMENDACIONES

Implementar un enfoque de gerencia estratégica en la finca, convertirla en una Unidad Estratégica de Negocio (con

indicadores de gestión, contabilidad de costos, modelo de negocios, etc.), con base en las estrategias propuestas y fundamentado en un modelo de seguimiento soportado por el CMI propuesto. Establecer un plan estratégico de mejora de la finca a la luz de las oportunidades citadas arriba, incluyendo la asignación de recursos apropiados y la priorización de objetivos, en el cual se involucren los enfoques de un veterinario, un zootecnista y un ingeniero industrial.

Se requiere una definición estratégica del negocio de lechería y su cadena de valor, a fin de convertir la finca lechera en una Unidad Estratégica de Negocio (UEN). Esto es, llevar a cabo el análisis DOFA, misión, visión, objetivos estratégicos, planeación a corto, mediano y largo plazo y destinar recursos para lograrlo (Alvarez T., 2003), antes de implementar el CMI (Cuadro de Mando Integral).

Posteriormente, se puede proceder a la implementación de la metodología del CMI. Kaplan y Norton (Kaplan & Norton, 2016) proponen que unas dieciséis semanas es un término realista para la implementación de un CMI.

Se sugiere implementar un CMI de manera conjunta con los actores relacionados y luego de una reformulación estratégica que incluya redefinir el manual de funciones y las funciones de los contratistas, y al tiempo con la implementación priorizada de las estrategias de mejora identificadas.

Es conveniente asegurar la proveeduría de recursos para el proceso productivo y debe implementarse un sistema de centros de costo.

Complementar la propuesta de mapa de procesos a la luz de ISO9000:2015 para formalizar la gestión de los procesos, complementando los mínimos exigidos por la Buenas Prácticas Ganaderas (ej. venta de ganado en pie) y generando todos los registros necesarios para la toma de decisiones.

Establecer al interior del CBA un plan estratégico de alimentación de las unidades de producción lechera en el cual se involucren aprendices de los programas agrícolas y una el modelo de rotación de potreros con el enfoque de sostenibilidad ambiental (Peinado Solano), buscando la minimización de los costos de concentrado y manteniendo los requerimientos nutricionales.

Establecer una Marca SENA y un Plan de mercadeo de derivados lácteos que potencialice la producción e incremente el precio de la leche. Establecer convenios para la venta de los productos.

Asegurar la participación de los trabajadores oficiales en el proceso de producción y el acompañamiento de instructores a aprendices en todas las actividades relacionadas con

el proceso productivo (inseminación, ordeño, etc.) lo cual requerirá la actualización y/o aplicación de los manuales de procesos existentes. Redefinir el manual de funciones y las funciones de los contratistas. Los contratos de prestación de servicios relacionados deben estar alineados con las necesidades tanto de formación como de producción.

Mantener en óptimas condiciones la planta de ordeño, el entrenamiento de los aprendices y los procedimientos de mantenimiento y actualización de la infraestructura.

Garantizar que los sistemas de información estén actualizados en versiones y datos disponibles, con reportes periódicos. Es requisito fundamental contar con información objetiva y completa obtenida a partir de toma de datos tanto físicos, como los registrados en los sistemas de información Dairy Plan y Taurus. Además, es necesario realizar el análisis estadístico y la presentación de informes de las variables identificadas. En el momento no se cuenta con bases de datos confiables para estos análisis. “Los registros proporcionan información para mostrar los puntos fuertes y débiles en la empresa lechera. Por supuesto, los registros tienen verdadero valor solo si se les estudia y analiza después que han sido resumidos (ICA; CORPOICA; UDCA, 2007).

En el campo de formación de personal. Perspectiva interna. Se recomienda integrar el proceso de agroindustria, formación y administración de potreros al de producción de lechería y promover las visitas estructuradas a otras fincas con el objetivo de conocer las mejores prácticas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bojacá, L. (2 de Agosto de 2016). Visita guiada a la Finca San Pedro del Centro de Biotecnología Agropecuaria del SENA en Mosquera, Cundinamarca. (P. A. Zuleta Bonilla, & J. A. Mesa Reyes, Entrevistadores).
- Fondo Nacional del Ganado FNG, Universidad EAN, SENA. (s.f.). *Mercado nacional e internacional de leche y productos lácteos*. Bogotá D.C: Universidad EAN.
- ICA;CORPOICA;UDCA. (2007). *Manual del ganadero actual Tomo 1*. Grupo Latino Ltda.
- Nevado Peña, D., López Ruiz, V.R., Pérez-Carballo, J., & Zaratiegui, J. R. (s.f.). *Cómo gestionar el binomio rentabilidad-productividad*. Madrid, España: Wolters Kluwer.
- Ocampo, T. (25 de Julio de 2016). (J. Mesa Reyes, Entrevistador).
- Ospina Garzón, J. (2015). Estrategias de producción para el sector de medianos productores de leche cruda en el departamento de Cundinamarca. Bogotá D.C.
- Peinado Solano, J.E. (s.f.). *Gestión ambiental*. Bogotá D.C: Universidad EAN.
- Restrepo, P. (26 de Julio de 2016). Visita guiada a la Hacienda la Montaña de la Universidad de Antioquia. (P. A. Zuleta Bonilla, Entrevistador).

- Rojo, J. M. (Julio de 2016). Entrevista a profesor de Leche y Pastos de la Universidad de Antioquia. (P. A. Bonilla, Entrevistador).
- Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. (s.f.). Prospectiva 2019 Centro de Biotecnología Agropecuaria. Mosquera, Cundinamarca, Colombia.
- Tafur Garzón, M. A., & Acosta Barbosa, J. M. (2007). *Bienestar animal: nuevo reto para la ganadería*. Bogotá : ICA.
- Universidad Nacional de Colombia. (2002). *Mejoramiento continuo y proyectos empresariales ganaderos*. Bogotá D.C: FEDEGAN.
- Uribe, F, Zuluaga, A., Valencia, L., Murgueitio, E., & Ochoa, L. (2011). *Buenas Prácticas Ganaderas. Manual 3, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. Bogotá.
- Zapata Cano, A. M., Quesada Castro, M., & Montoya R., G. P. (2014). *Gestión para la planeación de la producción*. Medellín: Fondo Editorial ITM.