

MÉTODO INTEGRAL PARA LA GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHERÍA ESPECIALIZADA, EN EL TRÓPICO ALTO CUNDINAMARQUÉS, SENA CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA DE MOSQUERA. MODELO DE ROTACIÓN DE POTREROS*

Integral method for the management of specialized dairy production in the high tropics of Cundinamarca, SENA Centro de Biotecnología Agropecuaria de Mosquera. Rotation Model of Potreros

Mesa-R., José A.** y Zuleta-B., P.***



RESUMEN

En este documento se desarrollan los principios de un modelo de rotación de potreros para la producción de lechería especializada en la Finca San Pedro del Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) de Mosquera, Cundinamarca, como modelo de referencia para fincas similares en el área de influencia. Este modelo será parte del modelo conceptual para desarrollar modelos de simulación y optimización que permitan validar la implementación de las estrategias propuestas dentro de la línea de investigación.

Palabras clave: producción, productividad, lechería especializada, modelamiento, simulación, Voissin, rotación de potreros.

ABSTRACT

This paper develops the fundamentals of a rotational grazing model for specialized milk production at the San Pedro Farm, Agricultural Biotechnology Center of Mosquera, Cundinamarca, as a reference model for similar farms in the influence zone. This model is part of a conceptual model to develop simulation models that will allow to validate the implementation of improvement strategies previously proposed in this research group.

Key words: milk production, productivity, dairy production, modeling, simulation, Voissin, rotational grazing.

* Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA), Servicio Nacional de Aprendizaje SENA (Colombia).

** Ingeniero de Sistemas. M.Sc. Ing. industrial. josemesa@hotmail.com.

*** Ingeniera Industrial. paola.azb@gmail.com.

1. INTRODUCCIÓN

El SENA es un establecimiento público colombiano de orden nacional, encargado de cumplir la función, que corresponde al Estado, de invertir en los desarrollos social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan los desarrollos social, económico y tecnológico del país.

El Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) de Mosquera, Cundinamarca, en su propósito de desarrollar procesos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico a través del Sistema de Investigación, 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 principal es desarrollar un método de producción de leche que rentabilice el negocio ganadero en la provincia cundinamarquesa de la Sabana de Occidente.

En un trabajo anterior, los investigadores de la línea de investigación Sennova habían caracterizado el proceso y propuesto una serie de estrategias de mejoramiento de la productividad (Mesa R., Silva y Zuleta Bonilla, 2016). Dentro de las estrategias se encontraba formular y aplicar un modelo de rotación de potreros con enfoque de sostenibilidad ambiental (Peinado Solano).

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. 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 técnica profesional,

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 del sistema actual.

El Centro de Biotecnología Agropecuaria de Mosquera cuenta con: sector administrativo, gerencia de la finca, planta de agua, planta de ordeño, estercolero y siembra de especies forrajeras. Las pasturas están entre la planta de ordeño y la siembra de especies forrajeras.

Mosquera se encuentra a diez kilómetros al occidente de Bogotá, D.C., y a una altura cercana a los 2500 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 (SENA). La Finca cuenta con un total de 112 hectáreas (SENA), 55 de ellas destinadas a ganadería, divididas en 12 lotes, los cuales a su vez están subdivididos en 34 potreros (Bojacá, 2016).

2.2. Antecedentes: el modelo de pastoreo racional de André Voissin

André Voissin fue bioquímico y profesor de la Escuela Nacional Veterinaria de Maisons Alfort, Paris. Experimentó en su finca de 14,4 hectáreas en Le Talou, y desarrolló sus teorías sobre la utilización racional de los pastos, que registró en su obra sobre zootecnia y pasturas, compuesta de cinco libros fundamentales: Productividad de la hierba; Dinámica de los pastos; Suelo, hierba, cáncer; Tetania de la hierba, y Abonos: nuevas leyes científicas de su aplicación, publicada en francés y traducido para 12 lenguas del mundo. Su libro "Productividad de la hierba" fue reeditado en francés por France Agricole (Sorio, 2006).

El pastoreo es «el conjunto de acciones y procedimientos humanos inherentes al arte de guiar los

rebaños a los pastos y las aguadas», es uno de los primeros procesos de perfeccionamiento de la domesticación y por supuesto, de la Zootecnia. La introducción planificada de especies para las pasturas se fundamenta en que las plantas componentes de las pasturas, denominadas por Voissin como *plantas pratenses*, especialmente gramíneas y leguminosas, presentan particularidades anatómicas y fisiológicas no encontradas en ningún otro grupo vegetal conocido: «Son capaces de rebrotar tras cada corte, varias veces» (Sorio, 2006).

Cuatro leyes, casi no modificadas, a pesar del paso del tiempo, determinan el modelo de pastoreo racional de Voissin (Pinheiro, 1973):

- *La ley del descanso*: «Para que una hierba cortada por el diente del animal pueda dar su máxima productividad, es necesario que, entre dos cortes sucesivos, haya pasado el tiempo suficiente que pueda permitir a la hierba: a) Almacenar en sus raíces las reservas necesarias para un comienzo de rebrote vigoroso y b) Realizar su ‘llamarada de crecimiento’ o gran producción diaria por hectárea». Es necesario determinar experimentalmente el tiempo de reposo para la Sabana de Occidente pues «para las condiciones de temperatura, humedad, fertilidad del suelo y luminosidad del verano en Normandía, se verifica que el momento óptimo para que el ganado pueda volver al potrero es luego de 18 días de reposo».
- *La ley de tiempo de ocupación de las parcelas*: «El tiempo global de ocupación de una parcela debe ser lo suficientemente corto para que una hierba cortada a diente el primer día (o al principio) del tiempo de ocupación no sea cortada de nuevo por el diente de los animales antes que estos dejen la parcela».
- *La ley de la ayuda*: «Es necesario ayudar a los animales de exigencias más elevadas para que puedan cosechar la mayor cantidad de hierba y que ésta sea de la mejor calidad posible».
- *La ley de los rendimientos regulares*: «Para que un herbívoro pueda dar rendimientos regulares es preciso que no permanezca más de tres días en una misma parcela. Los rendimientos serán máximos si el animal no permanece más de un día en una misma parcela».

Rua Franco afirma que «rotar potreros no es hacer pastoreo racional», que antes del siglo XIX toda la finca era «un solo potrero» y que la «producción de pasto no se planificaba». También explica el modelo de pastoreo alterno: «consistía en tener la finca dividida en dos partes, de forma que todo el ganado estaba en una de estas partes». Y finalmente menciona el origen del pastoreo rotacional a partir del pastoreo alterno del cual se fue transformando «cuando el predio dividido inicialmente fue sufriendo más divisiones de potreros, con el propósito de permitir un mayor descanso al pasto en cada potrero» (Rúa Franco, 2009).

2.3. La vaca, unidad de producción en el hato, es unidad de carga para los potreros

Para determinar la carga de una finca lechera se requiere convertir los animales «que deberán entrar en pastoreo a una unidad patrón, denominada Unidad de Ganado Mayor (UGM). Entiéndase UGM un animal que pesa 500 kg y tiene exigencias alimenticias del orden de 45 a 50 kg de pasto verde por día» (Pinheiro, 1973), especialmente cuando no hay homogeneidad en el hato. El principio generalmente aceptado en el CBA es que el animal come entre el 10% y 12% de su peso en pasto cada día (Bojacá, 2016); teóricamente, se considera que es del 10% al 15% cada día y para efectos prácticos se propone el 13% (Fedegán, SENA, 2013).

Para facilitar la conversión de cabezas en UGM, se utilizan los índices de Schilipf, tal como se indica en la tabla 1.

Tabla 1. Índices Schilipf para conversión de las distintas categorías de ganado en Unidades de Ganado Mayor (UGM)

Categoría de bovino	Equivalentes en U.G.M.
Termeros de menos de 1 año	0,12
Novillos de 1 a 2 años	0,70
Toros	1,40
Novillo de más de 2 años	1,00
Vacas paridas o en gestación	1,00

Fuente: Voisin (1958)

2.4. El modelo neozelandés

Nueva Zelanda es un país pequeño (269.000 km²) (Central Intelligence Agency, 2016) que siempre había disfrutado de una excelente economía y calidad de vida, dentro de un enfoque proteccionista de la economía. Sin embargo, su gran dependencia del Reino Unido en exportaciones hizo que sus autoridades reformularán completamente su economía hacia un modelo de libre de mercado y la libre competencia con competitividad, basado en la eliminación de subsidios y la innovación tecnológica, desde el momento en que el Reino Unido ingresó a la Comunidad Europea (La República, 2013).

En cuanto a eficiencia de pasturas el modelo neozelandés «está basado en un pastoreo por el número de hojas (fenoloía) cambiando el modelo de rotaciones precisas por número de días. En Colombia se rota a muchos días sin tener en cuenta la calidad de la planta, lo que al final implica poca eficiencia», el pasto es más nutritivo, disminuyendo la necesidad de suplemento (la relación pasto suplemento normalmente de 4:1, se puede bajar a 6:1, la relación en el CBA es 3:2), se incrementa la cantidad de leche por vaca día y la leche obtenida tiene un mayor contenido de grasas y proteínas (Fedegán, 2016). Todas estas ventajas van hacia la optimización de la rentabilidad de la finca lechera vía costo y precio, objetivos de la línea de investigación.

Sin embargo, no todos los modelos internacionales son automáticamente aplicables en Colombia. Es necesario identificar las características de cada modelo y evaluar su aplicabilidad. Las siguientes condiciones son de especial consideración al momen-

to de pensar en aplicar los principios neozelandeses para producción de Leche (Perú Lactea, 2016):

- En Nueva Zelanda una vaca que no quede preñada en los periodos establecidos, pasa inmediatamente a sacrificio porque daña el promedio de producción de leche o presenta problemas de fertilidad.
- Para los ganaderos de ese país, la mejor vaca es aquella que no ven, no conocen, menos problemas ocasionan y más produce.
- 800 vacas son manejadas en ese país por tres personas, ya que todos los sistemas de ordeño, alimentación y recolección de información son automatizados.
- El dueño de la granja es un trabajador más de la misma.
- Ellos prefieren animales pequeños, de poca carcasa, pero de alta producción; comen menos y producen más.
- Una vaca en ese país perfectamente puede caminar dos kilómetros en ir y venir al ordeño; de ahí, que la rusticidad sea sustancial.
- Una unidad mínima de producción involucra 400 hectáreas para 1.200 animales; 200 hectáreas deben dedicarse a cultivos y las restantes a pasturas.
- Es conveniente hacer hincapié en la condición de que «Para los neozelandeses, antes de ser lechero se debe ser un gran agricultor. Ellos soportan las grandes producciones con excelentes forrajes y alto desarrollo genético. Sus vacas en pastoreo comen un manjar proteico compuesto por ray grass, trébol y kikuyo».
- 40 años de selección genética tiene el hato de Nueva Zelanda. El banco de datos de cada animal abarca igual tiempo.
- 12 vacas por hectárea sostienen el sistema neozelan-

dés (en Colombia la capacidad es de 0,64 Unidades Gran Ganado, UGG, que es de 450 kilos, según Fedegán).

- 3 años de investigación llevan los neozelandeses en Colombia, para determinar que en los llanos orientales de Colombia se puede producir leche a gran escala y en pastoreo.

3. PROPUESTA DE MODELO DE ROTACIÓN DE POTREROS

La técnica de pastoreo rotacional derivó a «ecuaciones matemáticas muy simples, con el fin de calcular el número de potreros, el tamaño de los mismos, los tiempos de ocupación y descanso, y la carga animal a soportar en una determinada pastura, con base en los tiempos requeridos por cada especie para alcanzar su punto de cosecha» (Rúa Franco, 2009).

El pastoreo rotacional *per se* es una excelente solución, pero hay técnicas complementarias que mejoran su desempeño (Suárez Castillo, 2013), entre ellas: 1) Agricultura ecológica basada en la biocenosis del suelo, 2) Reforestación o sistemas silvopastoriles que permitan vender maderables, forrajeras y proveer sombra para animales y suelo, refugio y movilización de nutrientes, 3) Explotación optimizada de agua, cosecha de aguas, y 4) Pequeños potreros que permitan cargas de por lo menos 200UGM / hectárea / día y 5) y un adecuado sistema de vías.

En este sentido, surge la pregunta: ¿cómo implementar el modelo de rotación de potreros en el CBA? Veamos: la metodología propuesta en la *Guía para realizar una planeación forrajera en predios ganaderos* (Fedegán, SENA, 2013), independientemente de si su orientación es de un solo propósito o de doble propósito, requiere previamente identificar los factores que afectan la planeación forrajera en la finca: a) Nivel de actividad, b) Clima y c) Factor humano.

Posteriormente se deben desarrollar los siguientes pasos:

- 1) Información general del predio.
- 2) Área de la finca a evaluar para la planeación forrajera.
- 3) Inventario animal de la finca.
- 4) La carga animal.
- 5) Determinación de las necesidades forrajeras en la finca.
- 6) Determinación de oferta forrajera por medio de aforos.
- 7) Determinación de la cantidad de forraje por metro cuadrado (m^2) y en la franja.
- 8) Hallar para cada forraje la cantidad existente en kg/m^2 en la franja aforada.
- 9) Ajuste para la leucaena asociada con maderables.
- 10) Calcular forraje disponible por sistema en la finca.

Ahora bien, sobre la simulación y la propuesta de modelo de rotación de potreros podemos puntualizar que la bibliografía también menciona que «trabajar con modelos de simulación, aunque incorpora un componente de incertidumbre (puede ser menos preciso), es más efectivo, porque permite analizar la marcha de la empresa en tiempo real y obtener información para la toma de decisiones oportunamente» (Quinodoz, 2008), esfuerzo previamente realizado en Sennova. Aunque no se dispone de datos en este momento (Mesa R., Silva, & Zuleta Bonilla, 2016), se puede plantear un modelo de producción agregada.

4. CONCLUSIONES

Es conveniente hacer una caracterización detallada de todos los potreros de la Finca San Pedro, inclinaciones, disponibilidad hídrica y aforos periódicos con

registros detallados.

También, se sugiere implementar en un sistema de información el control estricto de potreros y franjas, aforos y asignaciones a pastoreo, tal vez en una aplicación para *Smartphone* que pueda ser replicada posteriormente en la zona de influencia del CBA.

Por otro lado, es necesario determinar experimentalmente el tiempo de reposo de los potreros para la Sabana de occidente.

Además, es conveniente continuar con un modelo planeado de enriquecimiento de especies en las pasturas de la finca, con enfoque del modelo neozelandés, para mejorar la calidad de la leche a la vez que se disminuye el costo de consumo de concentrado.

Para ello, se puede comenzar por un modelo de pastoreo racional que incluya las cinco técnicas complementarias propuestas y una vez estandarizado y estabilizado este modelo, migrar al modelo neozelandés o iniciar el proceso hacia el modelo neozelandés directamente, asumiendo los supuestos explicados anteriormente y considerando que la extensión de la finca (55 Ha) es inferior al mínimo propuesta para la implementación del modelo neozelandés (400 Ha).

En definitiva, bajo cualquiera de las dos expectativas anteriores la finca debe migrar hacia un proceso de agricultura muy bien planeado, ojalá apoyado en otras áreas de conocimiento del CBA, pues la implementación de un modelo de rotación de potreros requiere una íntima relación con la producción agrícola

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ T. M. (2003). *Manual de planeación estratégica*. México D.F.: Panorama.
- 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)
- CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY (2016). *The World Fact Book*. Washington D.C.
- ANÓNIMO (S.A.) (01 de 09 de 2016). *El tablero de control para su ganadería de leche*. Obtenido de bmeditores.mx: <http://bmeditores.mx/el-tablero-de-control-para-su-ganaderia-de-leche/>
- ANÓNIMO (S.A.) (23 de 08 de 2011) *El tablero de control para su tambo*. Obtenido de Noticias Rurales: <http://www.ruralprimicias.com.ar/noticia-el-tablero-de-control-para-su-tambo-11568.php>
- FEDEGÁN (2006). *Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019*. Bogotá.
- FEDEGÁN (19 de 09 de 2016). *www.ContextoGanadero.com*. Obtenido de Contexto Ganadero: <http://contextoganadero.com/cronica/un-modelo-neozelandes-para-salir-de-la-crisis-lechera>
- FEDEGÁN y SENA (2013). *Guía para realizar una planeación forrajera en predios ganaderos*. Bogotá.
- KAPLAN, R. y NORTON, D. (2016). *El cuadro de mando integral*. 3ª ED. Planeta Colombiana.
- KOENES, A. (1995). *Objetivo: Rentabilidad*. Madrid, España: Díaz de Santos, S.A.
- LA REPÚBLICA (10 de 7 de 2013). *Innovación y sin subsidios, claves del éxito del modelo neozelandés*. La República.
- MESA R., J. A., SILVA, J. C. y ZULETA BONILLA, P. A. (2016). *Método Integral para la gestión de la producción de lechería especializada, en el trópico alto cundinamarqués, SENA Centro de Biotecnología Agropecuaria de Mosquera. Caracterización del proceso e identificación de oportunidades de mejoramiento*. (material gris 16).
- NIVEN, P. (s.f.). *Top ten Balance Scorecard implementation Issues*. Balanced Scorecard Academy.
- OCAMPO, T. (25 de Julio de 2016). (J. Mesa Reyes, Entrevistador)
- PEINADO SOLANO, J. E. (s.f.). *Gestión ambiental*. Bogotá D.C: Universidad EAN.
- PERÚ LÁCTEA (09 de 09 de 2016). *Influencia Neozelandesa para Colombia*. Obtenido de Perú Láctea: <http://www.perulactea.com/2012/06/18/influencia-neozelandesa-para-colombia/>
- PINHEIRO, L. C. (1973). *Los fundamentos del pastoreo racional Voisín. Significado de la curva sigmoidea en manejo de los pastos*. Proyección Rural, 60:24-29. Obtenido de 1973. Proyección Rural, Bs. As., 60:24-29.
- PORTER, M. (2014). *Competitive Advantage of Nations: Creating and Sustaining Superior Performance*. Amazon Kindle.
- QUINODOZ, E. (2008). *Un tablero de control para empresas de producción lechera*. Producir XXI, Bs. As., 16(201):35-40. 3.
- 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)
- RÚA FRANCO, M. (2009). *Las leyes universales de André*

Voisin para el pastoreo racional. Cultura Empresarial Ganadera.

SENA (s.f.). *Prospectiva 2019 Centro de Biotecnología Agropecuaria.* Mosquera, Cundinamarca, Colombia.

SORIO, H. (2006). *Intensificación de la producción de búfalos por la utilización racional de las pasturas.* La experiencia brasileña en el Pastoreo Voisin. III Simposio de Búfalos de las Américas, (pág. 6).

SUÁREZ CASTILLO, D. (2013). *Pastoreo racional Voisin. La salvación de tu ganadería.* Cultura empresarial.

URIBE, F. et al. (2011). *Buenas Prácticas Ganaderas.* Manual 3, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Bogotá.