

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 9 de 34</b>

**BALANCE NUTRICIONAL DE VACAS LECHERAS EN PRIMER TERCIO DE LACTANCIA PASTANDO KIKUYO (*Cenchrus clandestinus* Hochst. ex Chiov.)**

Yeisson Eduardo Delgado Arévalo  
*Estudiante de Zootecnia, X semestre*

Javier Eduardo Cortés Cortés  
*Docente director de grado*  
*Universidad de Cundinamarca seccional Ubaté.*

*Presentado el 17 de febrero de 2021*

**Resumen**

Se realizó un estudio para estimar un balance de proteína metabolizable (PM) y energía neta en lactancia (ENL) en 12 vacas de raza Holstein y Jersey, las cuales se encontraban en primer tercio de lactancia (68 días en leche) pastando bajo un sistema rotacional, Kikuyo (*Cenchrus clandestinus* Hochst. ex Chiov.) de 50 días de rebrote y suplementadas con un alimento balanceado comercial. Se realizó el balance para PM y ENL para lo cual se determinó el consumo de materia seca (MS) por la técnica de aforo para el forraje y la información de la cantidad suministrada de alimento balanceado por animal al día. El aporte de nutrientes a estudiar del forraje se estimó por medio de la aplicación Taurus webs a través de su herramienta el dron y la información de la etiqueta del alimento comercial. Para el caso de los requerimientos nutricionales se hizo uso de ecuaciones generadas por el (National Research Council (NRC)). Debido a la etapa de lactancia en la cual se encontraba el grupo de estudio, se halló un balance energético negativo y un déficit en el aporte de proteína metabolizable; para lograr suplir sus requerimientos nutricionales de una manera más precisa se aumentó la oferta de alimento balanceado a razón de 1,97 kilogramos por vaca/día con lo cual se logra

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 10 de 34</b>

suplir las deficiencias de los dos nutrientes y por ende aumentar la producción de leche en un 17,7 % sin verse alterado negativamente los costos de producción por alimentación.

**Palabras clave:** Balance nutricional, proteína metabolizable, energía neta en lactancia, materia seca, días en leche.

### **Abstract**

A study was carried out to estimate a balance of metabolizable protein (MP) and net energy in lactation (ENL) in 12 Holstein and Jersey cows, which were in the first third of lactation (68 days in milk) grazing under a rotational system, Kikuyo (*Cenchrus clandestinus* Hochst. ex Chiov.) of 50 days of regrowth and supplemented with a commercial balanced feed. The balance for PM and ENL was carried out by determining the dry matter (DM) intake for forage and the amount of balanced feed supplied per animal per day. The contribution of nutrients to be studied from the forage was estimated by means of the Taurus webs application and its drone tool and the information on the label of the commercial feed. In the case of nutritional requirements, equations generated by the National Research Council (NRC) were used. Due to the stage of lactation in which the study group was, a negative energy balance and a deficit in the supply of metabolizable protein were found; in order to supply their nutritional requirements in a more precise way, the supply of balanced feed was increased at a rate of 1.97 kilograms per cow-day, which made up for the deficiencies of the two nutrients and therefore increased milk production by 17.7% without negatively altering the production costs per feeding.

**Key words:** Nutritional balance, metabolizable protein, net energy in lactation, dry matter, days in milk.

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 11 de 34</b>

## **Introducción**

El éxito de un sistema productivo de leche especializado depende de factores como la reproducción, genética, manejo, medio ambiente y la nutrición, este último factor es tan imprescindible como los demás, sin embargo, es uno de los cuales se puede controlar y obtener resultados a muy corto plazo dependiendo del manejo alimenticio que se lleve en la producción.

La necesidad de incrementar la producción de leche por unidad de área es de gran importancia más debido a los tratados y acuerdos comerciales entre Colombia y otros países. En vista de esta necesidad, se deben replantear las estrategias de producción ganadera e implementar aquellas que generen alta rentabilidad y menor efecto al medio ambiente (Sierra, 2014). Lograr un balance nutricional positivo en fincas productoras de leche es un factor importante que se debe tener en cuenta a la hora de esperar buenos resultados en cuanto a producción y rentabilidad, debido a que la alimentación supone el más alto porcentaje de los costos en la ganadería, sin embargo la mayoría de los sistemas productivos no tienen en cuenta información sobre la cantidad de nutrientes ofrecidos a sus animales en las dietas suministradas, esto conlleva en muchos casos a subestimar la oferta de todos o algunos de los nutrientes o por el contrario a generar un exceso de estos, lo cual en ambos casos genera una pérdida de eficiencia productiva y por ende disminución de la utilidad ganadera.

Es común encontrar un balance energético negativo en la lactancia temprana (Galvis, R., Munera, E. y Marin, A., 2005), el cual se puede corregir suministrando dietas balanceadas y adecuadas, que permitan el regreso a un estado fisiológico completamente funcional, óptimo y normal del animal, principalmente en el aspecto reproductivo.

Debido a esto es necesario conocer el aporte de nutrientes de la dieta, los requerimientos del animal basados en su estado fisiológico-productivo y las deficiencias o excesos que se deben corregir para obtener resultados positivos, los cuales se evidencian en la productividad del hato, ya que como señala Aguirre (2020),

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 12 de 34</b>

la dieta alimenticia hace que se exprese el potencial del animal en carne y leche, afirmando que ésta “Es la columna vertebral en la producción pecuaria”.

### **Objetivo general**

Generar un balance energético y proteico en vacas lecheras de primer tercio de lactancia por medio de la evaluación de la dieta inicial y su posterior ajuste.

### **Objetivos específicos**

Evaluar resultados productivos y económicos resultantes del balance nutricional generado, por medio de la relación costo beneficio.

### **Marco Teórico**

El pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus* Hochst. ex Chiov.) es la gramínea más utilizada en los sistemas de lechería especializada en la zona andina de Colombia, sin embargo, la información con respecto a las características agronómicas y productivas para las condiciones de trópico alto colombiano es limitada (Martínez, J., Sierra, A., Mancipe, E. y Avellaneda, Y., 2018), por tal motivo es de vital importancia conocer las características productivas y nutricionales del componente forrajero de un sistema alimenticio lechero.

El valor energético de los forrajes se considera como el primer factor limitante para la producción de leche en sistemas bajo pastoreo (Bargo *et al.*, 2003), esto sumado al balance energético negativo que presentan las vacas lecheras en primer tercio de lactancia, supone una gran deficiencia de este componente nutricional, el cual es indispensable para todos los procesos fisiológicos, reproductivos y productivos de los animales.

El consumo de materia seca es otro limitante en la productividad láctea, según Carulla, Correa y Pabón (2008), quienes recolectaron información sobre cuatro estudios en vacas Holstein generados en el departamento de Antioquia, llegando a la conclusión que existe una relación estrecha entre el consumo de materia seca del kikuyo y la

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 13 de 34</b>

producción de leche al día; con un coeficiente de correlación elevado ( $r=0,86$ ) como se muestra en la ilustración 1.

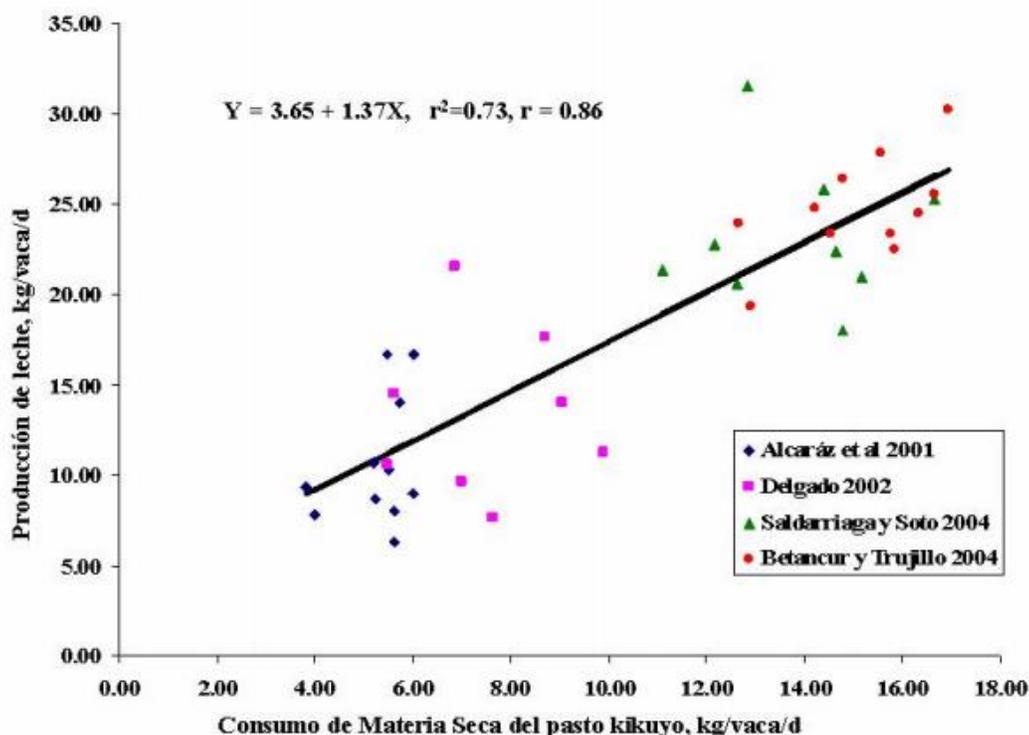


Ilustración 1 Relación entre el consumo de MS del kikuyo y la producción láctea en vacas Holstein en Antioquia. Carulla, Correa y Pabón (2008).

Como se había mencionado anteriormente, en el primer tercio de lactancia se evidencia un balance nutricional negativo (principalmente energético) debido a que los animales llegan de un cambio fisiológico en el cual todas las funciones corporales son alteradas por el feto, causado por cambios en el funcionamiento hormonal, necesidades nutricionales y alteración en algunos procesos metabólicos; es así como Ochoa y Restrepo (1986), consideran que una alta producción de leche al comienzo de la lactancia requiere de la vaca una alta actividad fisiológica, lo que a menudo conduce a desordenes reproductivos o enfermedades metabólicas, es decir, al momento del parto las exigencias de nutrientes son elevadas ya que el animal necesita regular su fisiología y además responder a una exigencia productiva teniendo en cuenta que en sus primeros

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 14 de 34</b>

100 días posparto ocurre el pico de producción, esto se evidencia principalmente en la condición corporal la cual desciende rápidamente en los animales que inician la lactancia, por lo que se debe procurar que esta sea adecuada al momento del parto.

Debido a esto y a los elevados costos de producción por alimentación, se hace necesario optimizar los procesos alimenticios que conllevan a un adecuado aprovechamiento de las materias primas que nos brinda el entorno ganadero, por tal motivo es importante conocer los diferentes nutrientes y las cantidades que se ofrecen a un animal de producción. Todo esto con el objetivo de brindar al bovino estrictamente lo que requiere nutricionalmente ya que si existe deficiencia de algún nutriente se verá reflejado no solamente en el estado físico del animal sino también en el desempeño productivo del mismo; por el contrario, si existe un exceso de algún nutriente, esto puede desencadenar problemas de salud del hato además de evidenciar un aumento en el costo de la dieta.

El balance nutricional es la principal herramienta para lograr dicho objetivo, este consta de tener en cuenta los requerimientos del animal de una manera precisa al igual que el aporte nutricional de la dieta suministrada, cuya diferencia nos indica las deficiencias o excesos que posee la alimentación ofrecida para posteriormente corregir dichos desniveles nutricionales y obtener mejores resultados en cuanto a producción, rentabilidad y recuperación fisiológica posparto de los animales, según Maresca *et al.*, (2008), la duración del puerperio y la reanudación de los ciclos estrales (celos) está íntimamente relacionada con el estado corporal al parto y con el balance nutricional de las vacas posparto.

### **Procedimiento**

El estudio se realizó en la finca La Ensenada ubicada en la vereda Tausavita con coordenadas 5°15'50.5"N 73°49'05.2"W en el municipio de Ubaté, Cundinamarca a 2556 msnm, con una temperatura promedio de 15°C. Inicialmente se seleccionaron los animales que se encontraban con menos de 100 días en leche, de los cuales se

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 15 de 34</b>

recolectaron y generaron datos a utilizar en el estudio, tales como: edad, condición corporal, días en leche, producción por vaca al día, calidad láctea, estado reproductivo y cantidad de alimento balanceado ofrecido, teniendo en cuenta que son vacas de raza Holstein y Jersey, con un peso vivo promedio de 443 kg/vaca, las cuales son primíparas y multíparas que no sobrepasan los 3 partos, con características propias de su etapa de lactancia de baja condición corporal y en estado puerperal. A su vez, se generaron datos de los potreros en cuanto a la medición de estos, tiempo de rotación, estimación de producción de biomasa por metro cuadrado (aforo) y contenido de materia seca del forraje; por medio de los cuales se estimó la ingesta de materia seca con ayuda de ecuaciones presentadas por National Research Council en Nutrient requirements for dairy Cattle (NRC) publicadas en 2001, las cuales fueron analizadas y explicadas por FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal) en su publicación Necesidades nutricionales para rumiantes de leche (Calsamiglia., *et al* 2009), las cuales utilizan información como la densidad energética de la dieta y el requerimiento de energía neta en lactancia de los animales; dato con el cual se inició el proceso de estudio de nutrientes ofertados.

La estimación del aporte de nutrientes por parte del forraje se realizó por medio de la herramienta tecnológica que ofrece el software TaurusWebs® y su herramienta el dron, el cual genera una información composicional que permite observar la cantidad de nutrientes pertinentes al estudio, como: el porcentaje de proteína cruda (PC) y el aporte energético expresado en megacalorías de energía neta en lactancia (ENL, Mcal); a la vez que se determina la cantidad de nutrientes aportados por parte del alimento balanceado (información nutricional encontrada en la etiqueta del producto). La estimación nutricional por medio del dron se generó tomando varias fotografías del potrero y realizando un promedio de los resultados para generar un dato final. En un estudio generado por Baracaldo *et al.*, (2018), se comparó el grado de correlación entre métodos de tecnología NIRS para la evaluación composicional de alimentos en ganadería bovina vs el método de procesamiento de imágenes RGB generadas por el

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 16 de 34</b>

dron, cuyo análisis se comparó con la prueba de correlación de Kendall ( $P < 0.05$ ) y Spearman 0.87 ( $P < 0.05$ ) y la prueba de Kruskal Wallis Anova ( $P < 0.05$ ), En sus resultados no se halló diferencia entre la información generada mediante el análisis de proteína cruda del forraje medida por NIRS y la proteína cruda medida por medio de algoritmo, llegando a la conclusión que la información generada con el algoritmo se puede utilizar para análisis de proteína cruda en pastos. De manera similar, Ospina. *Et al.* (2021), estudio la relación entre la producción de leche (calculada con base en el ENL del algoritmo) y la producción de leche real, proceso mediante el cual se obtuvo un coeficiente de correlación ( $R = 0,93$ ), lo cual indica que la producción de leche calculada a partir del ENL del algoritmo (análisis de imágenes) está altamente correlacionada con la producción de leche real del ganado.

Las conversiones de unidades proteicas, de proteína cruda a proteína metabolizable (PM) y energéticas, de energía digestible a energía neta en lactancia (ENL) se realizaron por medio de ecuaciones generadas por el National Research Council en Nutrient requirements for dairy Cattle, en su publicación de 2001, las cuales fueron recolectadas y transcritas por Correa (2001) en la publicación de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, esto con el objeto de tener uniformidad de unidades de medición tanto en el aporte como en el requerimiento de los nutrientes.

En el caso de la predicción de los requerimientos se realizó a partir de la información recolectada de los animales (peso vivo, edad, etapa de lactancia, producción de leche al día, calidad de leche y consumo de materia seca), que se obtuvieron en actividades de campo como pesaje de leche, pesaje de animales y seguimiento de los objetos de estudio. Con base en la anterior información y las ecuaciones de predicción generadas por NRC, analizadas y explicadas por FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal) en su publicación Necesidades nutricionales para rumiantes de leche (Calsamiglia., *et al* 2009), se estimó las necesidades proteicas y energéticas en las unidades requeridas (PM y ENL). Posteriormente se diferenció el aporte de nutrientes con el requerimiento de estos; por medio de este resultado se observó si la

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 17 de 34</b>

cantidad de alimento que se ofrece es la adecuada para una mejor expresión del potencial genético; ya que en la ganadería moderna se busca maximizar el consumo y minimizar las pérdidas de energía. (Araujo. 2005).

Realizados los ajustes en la dieta se suministró la cantidad adicional diaria requerida para estimar la respuesta productiva. Este proceso tuvo una duración de 10 días en los cuales se realizó un seguimiento en la alimentación para que la ración fuese uniforme en cuanto a cantidad del forraje y el alimento balanceado.

Pasado el tiempo de prueba se realizó nuevamente un pesaje de leche para conocer la respuesta productiva generada por el aumento en la cantidad de alimento suministrado y lograr evaluar los impactos productivos y económicos que se obtienen con el balance y corrección de la dieta. Realizó un análisis de los datos recolectados y se determinó el coeficiente de correlación de Pearson.

En la ilustración 2 se muestra el procedimiento por medio del cual se llevó a cabo el estudio.

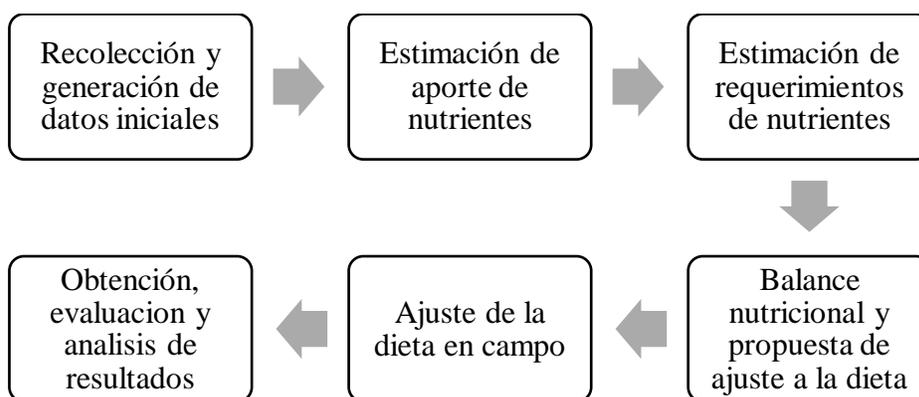


Ilustración 2 Procedimiento de estudio

## Resultados y Análisis

La recolección de información del grupo de animales en estudio dio como resultado datos con los cuales se logra interpretar el estado real del sistema productivo,

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 18 de 34</b>

obteniendo un promedio de producción láctea inicial de 19,8 litros vaca/día con 68 días en leche, una edad promedio de 48 meses y un peso corporal de 443 kg/animal; adicionalmente se obtuvo información referente a la calidad láctea y las praderas como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1 Datos productivos del grupo de estudio por medio de los cuales se hallaron los requerimientos nutricionales

Índice (promedio)	Cifra	Desv. Estándar
Edad promedio (meses)	48	10
Condición corporal	3,7	0,3
Días en leche	68	32,2
Producción promedio (Lts/día)	19,8	4,3
Peso corporal (kg)	443	25,5
Proteína leche %	3,14	-
Grasa leche %	3,56	-
Densidad leche	1,032	-
Rotación de pradera (días)	50	-

La información generada por el TaurusWebs fue la base para la estimación del balance nutricional; los resultados de dicho bromatológico se pueden evidenciar en la Ilustración 3. La ENL se encuentra en cantidad de 1,16 Mcal/kg; Carulla, Correa y Pabón (2008), encontraron por medio de su estudio en Antioquia un valor similar en cuanto al aporte de ENL (1,15 Mcal/kg); de manera similar, Silva, Guevara y Pazmiño (2015) reportaron mediante una evaluación del pasto kikuyo en Ecuador un contenido energético ligeramente superior con 1,2 Mcal/kg ENL con una edad de corte de 50 días. Por parte de la PM el bromatológico arrojó un promedio de 9,3 % (14,4% PC), un valor relativamente bajo, sin embargo, se ubica dentro de los límites encontrados en la literatura, ya que, según Sossa y Barahona (2014) el contenido proteico obtenido en su

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 19 de 34</b>

estudio realizado en Antioquia fue de 20,6 % PC, teniendo en cuenta que las praderas se encontraban con un tiempo de corte de 45 días.

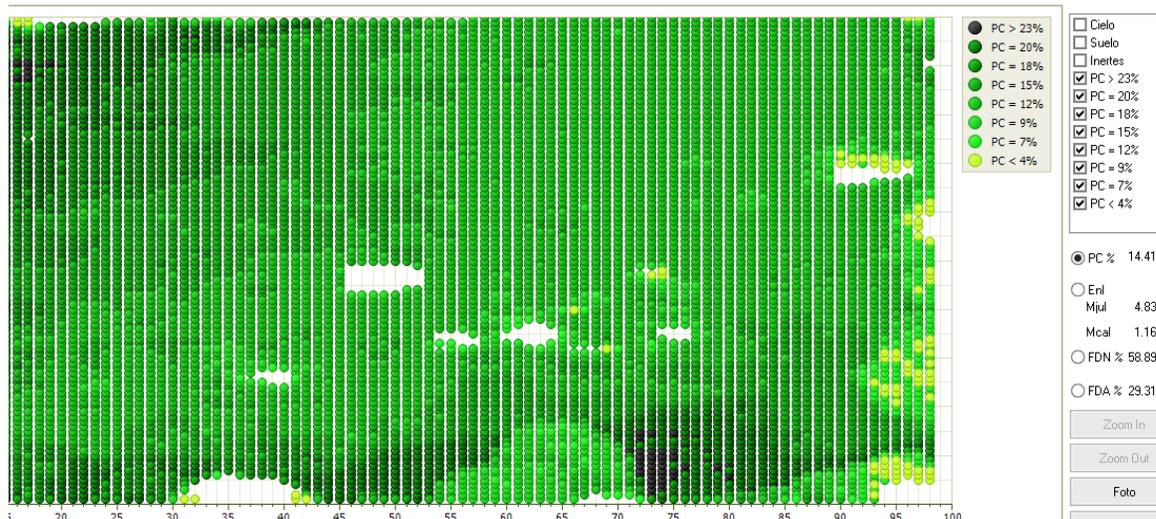


Ilustración 3 Análisis bromatológico generado por Taurus webs por medio del dron

En cuanto a la materia seca, su requerimiento, aporte y balance, se generaron sin tener en cuenta la digestibilidad de la misma; en el consumo real de materia seca por parte de los animales se halló un total de 15, 85 kg MS por animal día, de los cuales 12,37 kg MS corresponden al aporte del forraje y 3,48 kg MS restantes al alimento balanceado, esto generado por medio de datos como el aforo, cantidad de forraje verde consumido, materia seca del forraje, cantidad de alimento balanceado ofrecido y contenido de materia seca del mismo como se muestra en la Tabla 2. Por otro lado, con base en las ecuaciones para la estimación del consumo de materia seca requerida generó una cantidad de 17,5 kg, lo cual indicó la existencia de un déficit de 1,65 kg de materia seca. Esto es importante ya que, según Sánchez (2010), para minimizar el balance energético negativo propio del posparto, se requiere optimizar el consumo de materia seca lo más pronto posible, tener a la vaca en una condición corporal apropiada y minimizar los problemas de salud.

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 20 de 34</b>

Tabla 2. Datos nutricionales de la dieta suministrada

	Balanceado	Forraje
Aforo (kg/fv/m <sup>2</sup> )	-	1,2
Alimento en base húmeda ofrecido (kg)	4	75,8
Materia seca (%)	87	16,3
Proteína Cruda (%)	16	14,4
Proteína Metabolizable (%)	10,4	9,1
Energía Neta Lactancia (Mcal/kg)	1,7	1,15

Se estimó la cantidad de proteína metabolizable (PM) aportada por el forraje y el concentrado (Tabla 3). Posteriormente teniendo en cuenta el consumo de materia seca de cada alimento se halló la cantidad total de este nutriente aportado a cada animal por día, el cual fue de 1487,8 g de proteína metabolizable, de los cuales 1125,9 g son aportados por el forraje y los 361,9 g por el alimento balanceado. En el caso del requerimiento, las vacas necesitan 1666,2 g de PM/día; con base en estos datos se estimó el balance proteico, el cual indicó que se tiene un déficit de 168,2 gramos de PM por animal al día (Tabla 3).

Tabla 3. Balance de Proteína Metabolizable

<b>Balance</b>	<b>PM (g/día)</b>
<b>Aporte</b>	
Forraje	1125,93
Balanceado	361,92
Aporte total	1487,85
Requerimiento	1666,24
Balance	-178,27

En cuanto a la Energía Neta de Lactancia (ENL) se obtuvo un balance energético netivo con un déficit de 2,8 Mcal por animal; con un aporte total de 20,1 Mcal y un

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 21 de 34</b>

requerimiento de 23,02 Mcal (Tabla 4), esto debido al factor de etapa de lactancia (primer tercio) en la que se encuentran los animales en estudio, ya que en el momento del parto, luego de que cesa la producción de calostro, la leche se produce en grandes volúmenes durante el período conocido como lactancia temprana, lo que explica los altos requerimientos nutricionales reportados para las vacas lecheras representados en una alta demanda dietética de proteínas, energía y minerales (Sierra, Chará y Barahona 2017).

Tabla 4. Balance energético

ENL (Mcal/día)	Balanceado	Forraje
Aporte	5,92	14,23
Total		20,14
Requerimiento		23,02
Balance		-2,88

Se calculó la cantidad de alimento balanceado que se debía suministrar para suplir los requerimientos nutricionales de estos animales con base en la PM, siendo este resultado 1,97 kg en base húmeda de suplemento adicional con un costo de \$ 1265 /kg, precio sobre el cual se estableció una base láctea, con el fin que la producción no descienda de este límite para que los resultados económicos sean favorables, teniendo en cuenta que el precio por litro de leche es de \$ 1170; la cantidad de litros por animal al día que debe incrementar es de 2,1 sin alterar los costos de producción por alimentación. En la Tabla 5 se muestra el aporte nutricional de 1,97 kg de alimento balanceado, el déficit nutricional y el nuevo balance generado.

Tabla 5. Aporte nutricional de 1,97 kg de alimento balanceado en base húmeda, el déficit nutricional y nuevo balance generado

	ENL (Mcal/día)	PM (g/día)
Déficit	2,88	178,3
Aporte	2,91	178,3

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>		<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>		<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>		<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
			<b>PAGINA: 22 de 34</b>

Balance                      0,03                      0

En el balance nutricional se cubrió de una manera exacta la cantidad de proteína (balance neutro), por otro, la energía concluyó con un balance positivo en 0,03 Mcal/día, lo cual no es significativo. Cabe mencionar que con el aumento de esta cantidad de alimento balanceado se incrementó la ingesta de materia seca a 17,6 kg/vaca/día, siendo el requerimiento de 17,5 kg, es decir se tiene un balance positivo en este factor con 0,1 kg.

Luego de 10 días del incremento de la ración suplementaria se realizó un pesaje de leche, el cual estimo que la producción ascendió en un 17,7 % equivalente a 3,5 litros por animal al día, sobrepasando la base de producción con la cual se cubrirían los costos del aumento alimenticio con 2,1 litros; en la Tabla 6 se detallan los datos de importancia de cada uno de los animales en estudio y el incremento productivo de los mismos durante el tiempo de prueba.

Por otro lado, el beneficio económico neto fue de \$ 576.342 adicionales a los ingresos mensuales. En la Tabla 7, se evidencia el costo económico generado por el aumento en la cantidad de alimento balanceado, mientras en la Tabla 8 se observan los resultados productivos y económicos generados por la misma acción.

Tabla 6. Datos de los animales en estudio, producción antes y después del aumento en la ración.

Vaca	Raza	Peso Corporal (kg)	Días en Leche inicial	Días en leche final	Producción Inicial (l/día)	Producción Final (l/día)	Aumento en producción l/día
70	Jerhol	402	92	102	23	25	2
77	Holstein	480	75	85	17	23	6
81	Holstein	466	19	29	14	20	6
84	Holstein	457	98	108	22	24	2
90	Holstein	469	29	39	16	22	6
94	Holstein	450	100	110	23	25	2
100	Holstein	451	9	19	12	17	5
103	Jersey	410	59	69	17	21	4
105	Jerhol	430	70	80	26	29	3

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>				<b>CÓDIGO: AAAR113</b>	
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>				<b>VERSIÓN: 4</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>				<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>	
					<b>PAGINA: 23 de 34</b>	

109	Holstein	454	83	93	24	26	2
114	Jersey	408	95	105	21	23	2
112	Holstein	441	89	99	22	24	2
Promedio		443,2	68	78	19,8	23,3	3,5

Tabla 7. Costo generado por el ajuste en la ración.

Costo del Balanceado Adicional	
Precio \$/kg concentrado tco	1.265
Concentrado adicional en Materia seca (kg)	1,72
Concentrado adicional kg/vaca/día (TCO)	1,97
Concentrado adicional kg/lote/día	23,7
Concentrado adicional kg/lote/mes	709,7
Costo del concentrado adicional al mes	\$ 897.858

TCO: Tal como ofrecido (base húmeda)

Tabla 8. Resultados productivos y económicos obtenidos con el ajuste en la dieta.

Aumento Litros y beneficio económico	
Precio (\$/litro)	1170
Incremento promedio (l/animal/día)	3,5
Incremento en el grupo (l/día)	42
Incremento en el grupo mensual (l/mes)	1260
Beneficio mes	\$ 1.474.200
Beneficio libre/mes	\$ 576.342

El incremento en la producción de leche resultante del ajuste en la suplementación puede estar parcialmente relacionado con el comportamiento de la curva de lactancia bovina, en este caso los animales observados se encontraban en la décima semana de lactancia (en promedio), etapa en la cual ocurre el pico de producción.

En la determinación del coeficiente de Pearson se observó una correlación negativa ( $p < 0,05$ ) entre los días en leche y el incremento en la producción debido al ajuste en la dieta ( $R = -0,82$ ), indicando que efectivamente a menos días en leche el incremento fue mayor, sin embargo, este incremento se relaciona con la curva de producción en donde,

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 24 de 34</b>

en la fase más temprana la producción de leche aumenta rápidamente hasta llegar al pico. A pesar de esta relación se puede indicar que el aumento en la ración de las vacas en primer tercio de lactancia genera una respuesta positiva en la producción de litros de leche al día.

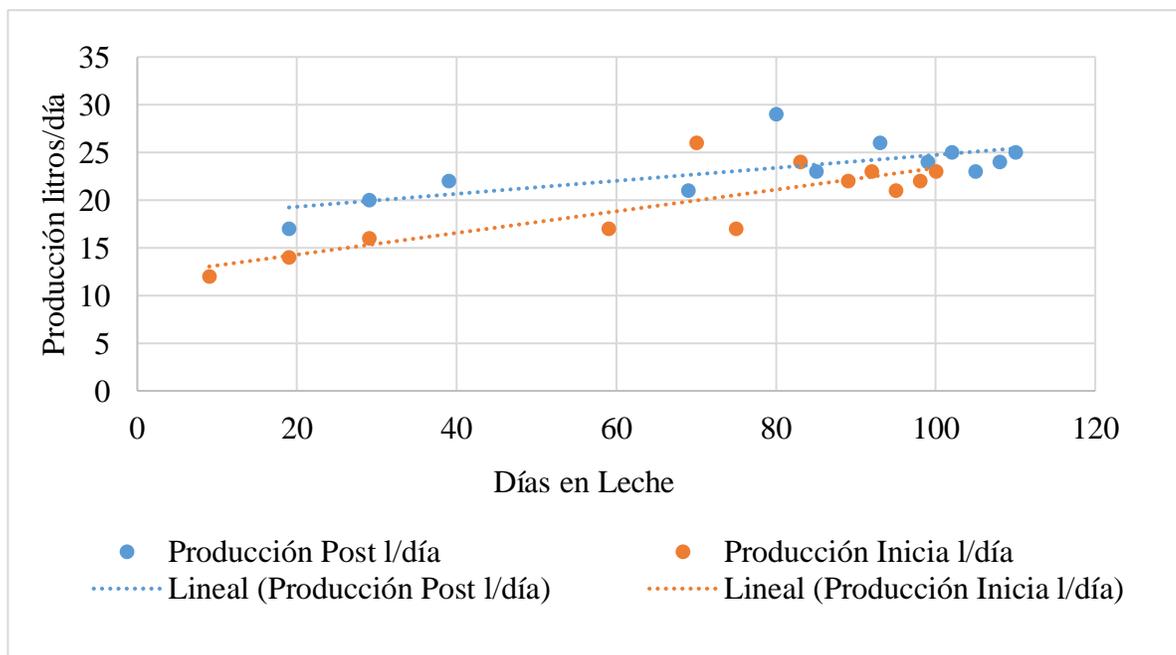


Ilustración 4. Comportamiento productivo de los animales en estudio con respecto a los días en leche.

En la Ilustración 4 se observa el comportamiento productivo de los animales en estudio teniendo en cuenta los días en leche y la cantidad en litros/día, haciendo una comparación de la producción antes y después del ajuste de la dieta, se observa un incremento aún en los animales con 78 o más días en leche, lo cual indicaría que el incremento en la productividad de los animales se debe en gran medida al aumento en la cantidad de alimento suministrado teniendo en cuenta que en comparación al estudio realizado por Ramírez, *et al.* (2016) la producción de leche más alta fue encontrada en el día 49 con base en un promedio de datos de las primeras cuatro lactancias de vacas Holstein; teniendo en cuenta solamente las dos primeras lactancias se encuentra el pico de producción al día 62 (Ilustración 5).

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 25 de 34</b>

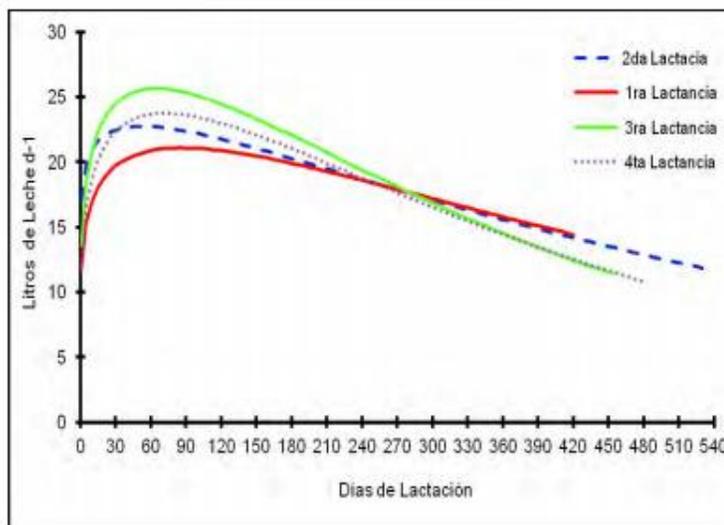


Ilustración 5. Curva y pico de lactancia de vacas Holstein (Ramírez, *et al.*, 2016).

De acuerdo con Bretschneider *et al.* (2015), el pico de lactancia es definido como el nivel más alto de producción de leche que una vaca alcanza dentro de los primeros 90 días de lactación o en leche.

Para diferenciar el efecto de la curva de producción sobre el incremento observado por el ajuste de la dieta se dividió el lote de animales en dos grupos; el primero se conformó por aquellos que se encontraban por debajo de los 80 días en leche y el segundo por aquellos que se encontraban por encima, de esta manera se observó que el grupo 2 evidenció un aumento promedio de 2 litros de leche por vaca al día mientras que en el grupo 1 el incremento promedio de la producción fue de 5 litros vaca/día (Ilustración 6).

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 26 de 34</b>

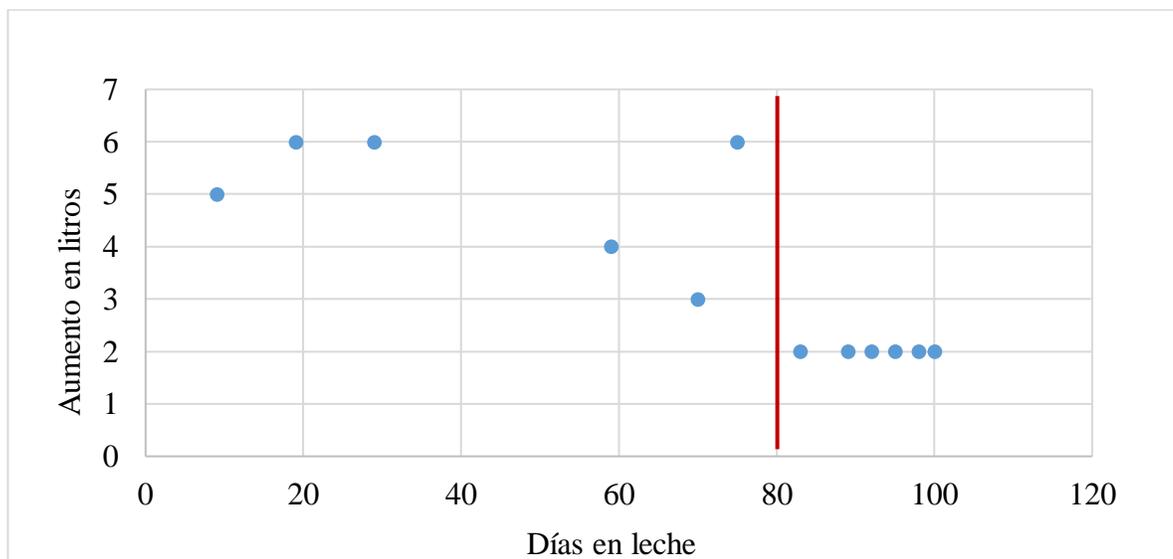


Ilustración 6. Aumento productivo de los animales con respecto a días en leche como respuesta al incremento en la cantidad de alimento balanceado.

De esta manera se identifica un incremento de 2 litros de leche por animal al día por efecto del aumento en la oferta de alimento balanceado en 1,97 kilogramos al día, sin alteración por efecto del pico de producción, lo cual no representa una ganancia económica, por el contrario, el balance costo beneficio es negativo con una cifra de \$ 190 pesos por vaca al día, lo cual se traduce a una pérdida mensual de \$68.400.

En términos generales es económicamente viable el ajuste de la dieta para animales en primer tercio de lactancia ya que el correcto balance de nutrientes estimula una buena respuesta productiva en el ascenso al pico de producción teniendo en cuenta que en esta primera etapa el incremento de litros por vaca al día es algo característico, sin embargo para obtener un balance nutricional más exacto es necesario tener en cuenta aspectos más específicos que la etapa de lactancia, es decir tomar como referencia importante el antes y el después del pico de producción y estudiar aspectos más allá de los productivos y económicos como lo son la condición corporal, peso y comportamiento reproductivo (principalmente días abiertos).

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 27 de 34</b>

## Actividades adicionales

### 1) Trabajo técnico

En el sistema productivo se realizaron practicas tecnicas como la aplicación de productos pecuarios preventivos (ciclo de desparasitación, aplicación de suplementos multivitaminicos y minerales) y curativos (calcios, productos hormonales, antibioticos, antiinflamatorios, analgesicos, antipiréticos, etc.); actividades que fueron dictaminadas por un medico veterinario, quien no permanecia de tiempo completo en la finca y por tal motivo era necesario cumplirlas de manera oportuna.

### 2) Chequeo de mastitis y supervisión de protocolo de ordeño

Durante el proceso de práctica se llevo a cabo varios chequeos de mastitis con los cuales se realizaba un control periodico de esta problemática, con el fin de estimar la calidad de ordeño llevado a cabo y controlar los indicadores del componente higienico de la leche (UFC y CS), de esta manera poder estimular el aumento en el pago por litro de leche. Por otro lado, se estandarizó el protocolo de la rutina de ordeño por parte de los trabajadores indicandoles las cantidades usos y frecuencias de lavado y tipos de detergentes a utilizar, teniendo en cuenta que los operarios venian realizando estas actividades de manera continua pero sin un control estricto en cuanto a cantidades de soluciones con respecto a marca comercial y periodo de desinfeccion total (incluyendo sistema de vacio), cuyas actividades se realizaban en periodos no claramente establecidos.

El comportamiento de la calidad de leche no tubo cambios significativos debido a que dichas actividades ya se venian realizando sin embargo se obtuvo un control mas estricto en el momento de la utilizacion de insumos. Cabe resaltar que se encontro un leve aumento en las UFC y CS durante la temporada de lluvias debido a la inundacion de algunos potreros donde pastorean los animales lo cual afecta negativamente la

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 28 de 34</b>

sanidad de la ubre y por ende la calidad de leche, como se muestra en la ilustración 7 y 8.

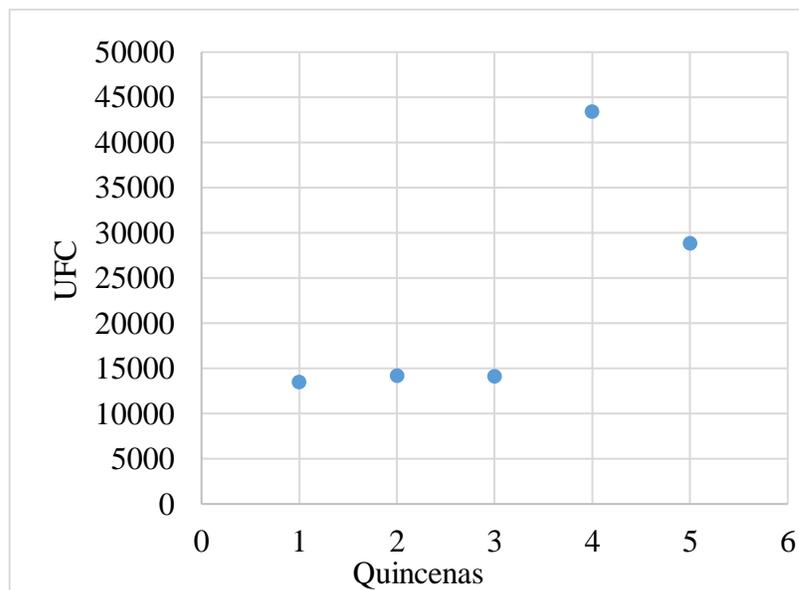


Ilustración 7. Comportamiento de UFC durante el tiempo de práctica (5 quincenas)

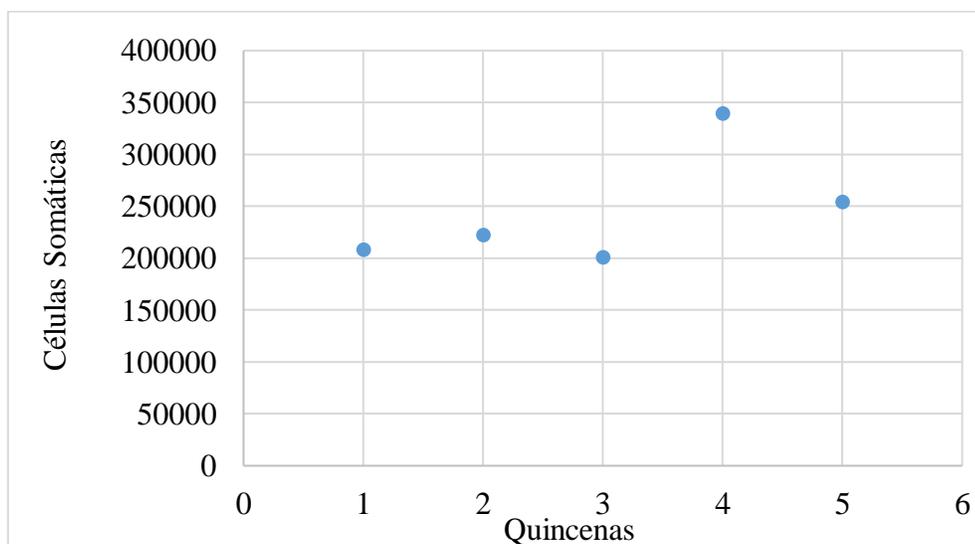


Ilustración 8. Comportamiento de Células somáticas durante el tiempo de práctica (5 quincenas)

### 3) Pesaje de leche

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 29 de 34</b>

Por medio de esta actividad se lleva el control de la vida productiva de cada animal, se toman decisiones importantes para el hato como el secado de animales y cambio de suplementación y/o cantidad de la misma. Esta actividad se lleva a cabo cada 15 días; en la tabla 9 se muestra el comportamiento productivo del hato en sus últimos tres pesajes realizados con el fin de adecuar la ración con base en datos como el desemeño productivo, días en leche y estado reproductivo.

Tabla 9 Peso de leche e información de importancia para la adecuación de la ración del hato

NUMERO	DÍAS LECHE	GESTA	PESAJES			RACIÓN
			1/11/2020	14/11/2020	1/12/2020	
10	290	6,5	18	13	16	4
13	180	4,5	12	12	15	3
21	140	4,3	14	14	14	5
37	150	3,0	20	20	19	5
58	131	2,1	24	23	22	4
59	330	6,8	8	8	8	2
60	250	6,1	13	14	14	3
62	204	4,8	19	20	17	4
65	189	4,3	16	17	16	3
67	205	3,9	18	19	18	4
69	297	5,5	17	16	16	4
70	117	1,3	23	25	24	6
77	100	1,2	17	23	23	6
81	44	0	14	20	22	6
82	166	3,5	12	13	13	3
84	123	2,1	22	24	23	6
87	333	5,1	11	10	11	2
90	54	0	16	22	21	6
94	125	1,5	23	25	24	6
97	160	2,3	12	17	18	5
100	34	0	12	17	18	6
101	147	1,6	16	16	18	4
103	84	0,1	17	21	21	6
104	316	6,8	14	14	13	3
105	95	0,6	16	26	29	6
107	297	6	13	14	16	3

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>				<b>CÓDIGO: AAAR113</b>	
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>				<b>VERSIÓN: 4</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>				<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>	
					<b>PAGINA: 30 de 34</b>	

109	108	1,4	20	24	25	6
112	114	1,4	23	22	24	6
113	141	0,9	21	20	20	4
114	120	0,8	21	23	23	6

#### 4) Aforos y control de rotación

Con el objetivo de tener un control estable sobre la rotación de potreros y asegurar una adecuada oferta de forraje en la actualidad sin alterar la capacidad de producción de biomasa futura se realizaron aforos a los potreros previos al ingreso del hato, estimando así el tiempo de ocupación ideal teniendo en cuenta factores como la cantidad de animales del grupo, kilogramos de forraje verde por metro cuadrado y tiempo estimado de rotación (ideal); en la tabla 10 se observa el formato por medio del cual se lleva un control de la información de potreros de la finca con datos que permiten la toma de decisiones de manera efectiva.

Tabla 10 Formato de control de sistema de rotación de potreros

POTRERO	AREA M2	HA	ENTRADA	SALIDA	OCUPACIÓN	DESCANSO	AFORO
1	3748	0,37	2/10/2020	5/10/2020	3	56	1,6
2	3601	0,36	5/10/2020	8/10/2020	3	53	1,2
3	4710	0,47	8/10/2020	11/10/2020	3	50	1
4	4698	0,47	11/10/2020	14/10/2020	3	47	1,3
5	1946	0,19	14/10/2020	16/10/2020	2	45	1,4
6	2231	0,22	16/10/2020	18/10/2020	2	43	1,6
7	2203	0,22	18/10/2020	20/10/2020	2	41	1,6
8	1789	0,18	20/10/2020	21/10/2020	1	40	0,9
9	1332	0,13	21/10/2020	22/10/2020	1	39	1,1
10	1695	0,17	22/10/2020	23/10/2020	1	38	1
11	2529	0,25	23/10/2020	26/10/2020	3	35	1,5
12	1593	0,16	26/10/2020	28/10/2020	2	33	1,4
13	1069	0,11	28/10/2020	29/10/2020	1	32	1,2
14	4389	0,44	29/10/2020	1/11/2020	3	29	1,1
15	3786	0,38	1/11/2020	4/11/2020	3	26	1,3
16	4618	0,46	4/11/2020	8/11/2020	4	22	1,2
17	4777	0,48	8/11/2020	12/11/2020	4	18	1,2
18	4949	0,49	12/11/2020	17/11/2020	5	13	1,4

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)

NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>		<b>CÓDIGO: AAAR113</b>	
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>		<b>VERSIÓN: 4</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>		<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>	
			<b>PAGINA: 31 de 34</b>	

19	5442	0,54	17/11/2020	20/11/2020	3	10	1,1
20	4972	0,50	20/11/2020	23/11/2020	3	7	0,9
21	4415	0,44	23/11/2020				1,0
<b>TOTAL</b>	<b>70492</b>	<b>7,05</b>					

## 5) Actividades adicionales en campo

Se llevaron a cabo actividades adicionales de apoyo en el movimiento de animales dentro de los lotes existentes, inseminación artificial, asistencia en los chequeos reproductivos y realización en campo de los protocolos reproductivos generados por el médico veterinario encargado.

## Conclusiones

El balance nutricional realizado en 12 vacas Holstein – Jersey en primer tercio de lactancia, pastando kikuyo (*Cenchrus clandestinus* Hochst. ex Chiov.), logró estimar y cuantificar las deficiencias nutricionales existentes en cuanto a proteína metabolizable y energía neta en lactancia para lograr establecer posteriormente una adecuación en la dieta ofrecida.

El aumento generado en la suplementación (1,97 kg de alimento balanceado) logró incrementar la producción láctea del grupo de estudio en un 17,7 %, teniendo en cuenta que vacas que superan los 80 días en producción no logran incrementar de manera rentable su producción para cubrir los costos de aumento de la dieta, por otro lado las vacas que se encuentran por debajo de 80 días incrementaron su producción de manera significativa y con un balance económico positivo.

Se corrobora la importancia de una correcta nutrición y alimentación con relación a la productividad lechera, especialmente en el primer tercio de lactancia donde las condiciones fisiológicas de los animales son caracterizadas por un balance negativo de algunos nutrientes (principalmente energético).

Para la realización de un balance nutricional más exacto se deben tener en cuenta factores más específicos como el comportamiento y ubicación de los animales en la

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 32 de 34</b>

curva de lactancia, lo cual requiere de un tiempo de estudio más prolongado que permita observar el comportamiento productivo en varias etapas del ciclo lechero, de esta manera se podría evaluar no solamente la producción láctea sino también parámetros importantes como condición corporal, peso vivo y estado reproductivo.

## Referencias

- Aguirre, E. (2020). Federación Colombiana de Ganaderos. Obtenido de FEDEGAN: <https://www.fedegan.org.co/noticias/requerimientos-de-consumo-de-materia-seca-de-los-bovinos>
- Araujo, O. (2005). Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. La Universidad del Zulia. Maracaibo, Zulia 4011, Venezuela. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía. IX Seminario de Pastos y Forrajes.
- Baracaldo. A., Anzola. H., Ospina. O., Ayala. O. y Arévalo. J. (2018) Validación del método de estimación del porcentaje de proteína cruda en praderas, mediante un algoritmo de procesamiento de imágenes RGB, tomadas por dron, vs la tecnología NIRS, en ganadería bovina. DO - 10.13140/RG.2.2.36212.65920
- Bargo, F., Muller, L., Kolver, E. y Delahoy, J. (2003). Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. Journal of Dairy Science, Vol 86, Issue 1, Pag 1-42,.
- Bretschneider, G., Salado, E., Cuatrin, A. y Arias, D. (2015). Lactancia: Pico y Persistencia. ¿Por qué cuidarlos? INTA, 8.
- Calsamiglia. S., Bach. A., de Blas. C., Fernández. C. y García. P. (2009) Necesidades nutricionales para rumiantes de leche normas FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Alimentación Animal. I.S.B.N.: 13:978-84-613-5862-6.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 33 de 34</b>

- Carulla, J., Correa, H. y Pabón, M. (2008). Valor Nutricional del Pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) Para la Producción de Leche en Colombia (Una revisión): I. Composición Química y Digestibilidad Ruminal y Posruminal. *Investigación Ganadera para el Desarrollo Rural*, 5-6.
- Correa, H. (2001). EL MODELO NRC 2001. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Producción Animal. Medellín. p. 9-10
- Galvis, R., Munera, E. y Marin, A. (2005). Relación entre el mérito genético para la Producción de Leche y el Desempeño Metabólico y Reproductivo en la Vaca de Alta Producción. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, Vol.18, n.3, pp.228-239. ISSN 0120-0690.
- Maresca, S., Quiroz J., Melani, G., Burgues, J., Brusca, G. y Plorutti, F. (2008). El Estado Corporal y su Efecto en la Eficiencia. *INTA EEA*, 12. doi:1850-6496
- Martínez, J., Sierra, A., Mancipe, E. y Avellaneda, Y. (2018). El Kikuyo, una Gramínea Presente en los Sistemas de Rumiantes en Trópico AltoCcolombiano. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecni*, Vol 13 (2): 137-156.
- Ochoa, J. y Restrepo, E. (1986). Caracterización de lactancias mediante un modelo matemático en hatos Paysandú. Universidad Nacional de Colombia. Scielo, 120.
- Ospina, O., Anzola, H., Ayala, O., Baracaldo, A., Arévalo, J., Benavides, Y., Benavides, D. y Galvis, G. (2021). Producción de leche real vs la calculada a partir de la ENL estimada por el algoritmo de análisis de imágenes red-green-blue de gramíneas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.51:2. PRODUCCIÓN ANIMAL. Tomado de: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200551>
- Ramírez, J., Gallegos, M., Reveles, F., Pinzón, C. y Saucedo, J. (2016). Caracterización de la Curva de Lactancia en Vacas Holstein en el Noreste de México. Universidad Autónoma de Baja California, 12. Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/caracterizacion-curva-lactancia-vacas-t40038.htm>
- Sánchez, J. (2010). Nutrición Energética del Ganado Lechero. *Nutrición Animal Tropical*, Vol. 6, N° 1, 111.
- Sierra, E. (2014). Evaluación del balance nutricional y comportamiento reproductivo de ganado lechero bajo un sistema silvopastoril intensivo en bosque seco tropical Colombiano. Universidad Nacional de Colombia, p 78.
- Sierra, E., Chará, J. y Barahona, R. (2017). El Equilibrio Nutricional de las Vacas Lecheras de Lactancia Temprana que Pastan en Sistemas Silvopastorales Intensivos. *Ciencia Animal Bracilera*, 7. doi:1809-6891

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 4</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2020-12-10</b>
		<b>PAGINA: 34 de 34</b>

Silva, L., Guevara, P. y Pazmiño, J. (2015). Evaluación Energética de Pennisetum Clandestinum y Lolium Perenne en Diferentes Edades de Corte para Alimentación de Bovinos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), 199. Obtenido de file:///C:/Users/ASUS/Downloads/674-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2074-1-10-20160421%20(1).pdf

Sossa, P. y Barahona, R. (2014). Comportamiento Productivo de Novillos Pastoreando en Tropicó de Altura con y sin Suplementación Energética. BIOGEM, 4.