

**Apoyo Técnico en la Evaluación Nutricional, Productiva y Metabólica de Vacas
Nelore en Pastoreo Suplementadas en el Periodo Pre-Parto**

Willian David Acevedo Lizarazo

Trabajo de grado para optar el título de Zootecnista

Tutor:

Román Enrique Maza Ortega

MVZ., Esp., MSc, PhD

Tutora externa:

PhD. Luciana Navajas Rennó

MV., MSc., PhD

Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Zootecnia

25 de noviembre de 2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado 1

Jurado 2

Dedicatoria.

El trabajo de grado, práctica empresarial, va dirigido a mis padres Willian Alfonso Acevedo y Josefina Lizarazo Gelvez por su gran apoyo moral y económico, que se han preocupado siempre por mi bienestar, además de darme la oportunidad de cumplir uno de mis grandes sueños.

A mis hermanos, Andrea, Mauricio, Karen y Ángeles que fueron testigos de mis constantes luchas y esfuerzos que hice en busca de esta meta, cada vez que estuve desanimado o en dificultades me escucharon, alentaron y motivaron a continuar en la preparación de esta bonita profesión.

A mis amigos, en especial a Yanet Parra y Julianny Zapata con las que inicié este largo camino que hoy culmina, el cual les guardo un cariño especial, sin ellas este viaje hubiese sido más difícil.

A mis tíos Nixon Acevedo y Raquel Acevedo por su apoyo económico e interés por verme alcanzar mis metas.

Agradecimientos

Quiero agradecer al Dios de la vida por darme la oportunidad de llegar al final de mi pregrado, por sus infinitas bendiciones.

Agradezco a mi director de trabajo de grado Román Enrique Maza Ortega, por el tiempo prestado para darme asesorías, aportar su conocimiento, motivación y apoyo, que me permitió tener una excelente experiencia al conocer la cultura brasileña, su idioma y avances científicos, así como también al profesor Deilen Paff Sotelo Moreno que apoyó mi proceso de pasantía empresarial al ofrecerme esta oportunidad.

A la Universidade Federal de Viçosa que me abrió sus puertas y me permitió realizar la pasantía empresarial.

A la profe Luciana Rennó, por permitirme participar en los experimentos investigativos que realiza la pesquisa de bovinos de corte, por brindarme su tiempo y conocimiento que me enriquecieron en el ámbito profesional.

A mi alma mater la Universidad de Pamplona por darme la oportunidad de estudiar esta bonita profesión.

A todo el plantel docente del departamento de Zootecnia que con sus esfuerzos impartieron conocimientos en mí, en especial a la profe Deisy Diaz, al profe Román Maza, a la profe Mayerly Manzano, al profe Dixon Flórez, al profe Eugenio Capacho, al profe Dubel Cely que con su vocación y entrega me hicieron amar más esta profesión.

A todos los que aportaron un granito de arena, por medio de un consejo o una acción de forma positiva, a todos ustedes gracias.

Resumen

Un adecuado aporte nutricional permite tener mejor desempeño productivo en los animales, el cual impacta positivamente en los sistemas de explotación de ganado de carne. De esta manera, el hallar estrategias que complementen la nutrición es de suma importancia. El Objetivo de esta pasantía empresarial fue apoyar técnicamente en la evaluación nutricional, productiva y metabólica de vacas Nelore en pastoreo suplementadas durante el parto en la UEPE- GC de la UFV. Se trabajó con 42 vacas de la raza Nelore en su mayoría pluríparas gestantes, se usaron 3 tratamientos; proteinado de bajo consumo: (200 g/vaca/día), proteico: (1 kg/vaca/día; 40% proteína en MS) y control: (100 g/vaca/día). Compuesto por 3 lotes por tratamiento y se suplementaron 60 días al parto, luego se les proporcionó sal ad libitum 70 días posparto. El acompañamiento se realizó directamente con posgraduandos donde se hicieron colectas de sangre, heces, forraje, orina, leche, también extracción de tejido hepático y muscular, a su vez, se recolectaron datos de pesaje, ECC, comportamiento ingestivo. La media del peso de los terneros en los 3 tratamientos fue similar, En cuanto el peso al parto, el grupo control presento la mayor pérdida de peso, 42 días después del parto, el grupo proteico obtuvo la menor VMD negativa en relación al periodo del periparto y la mayor VMD negativa se presentó en el tratamiento control. Por último, el ECC de los tratamientos 1 y 2 tuvo poca variación al parto en comparación al tratamiento control, que sí mostró una disminución notable. La suplementación proteica 60 días al parto mejora el desempeño productivo de los animales, evitando perdidas de peso y ECC, de igual modo, la reducción del estro, y un aumento en la tasa de concepción, lo que indica que es una estrategia viable para obtener mejor rentabilidad y mayor productividad en los hatos ganaderos.

Palabras claves: Productivo, suplementación, estro, nutrición, gestación.

Abstrac

An adequate nutritional contribution allows for better productive performance in animals, which has a positive impact on beef cattle exploitation systems. In this way, finding strategies that complement nutrition is of utmost importance. The objective of this business internship was to provide technical support in the nutritional, productive and metabolic evaluation of grazing Nelore cows supplemented during prepartum in the UEPE-GC of the UFV. We worked with 42 Nelore breed cows, mostly pregnant pluriparous, 3 treatments were used; low-consumption protein: (200 g/cow/day), protein: (1 kg/cow/day; 40% protein in DM) and control: (100 g/cow/day). Composed of 3 batches per treatment and supplemented 60 days after calving, then salt was provided ad libitum 70 days postpartum. The accompaniment was carried out directly with postgraduates where blood, feces, forage, urine, milk were collected, as well as extraction of liver and muscle tissue, in turn, data on weighing, ECC, and ingestive behavior were collected. The average weight of the calves in the 3 treatments was similar. Regarding the weight at birth, the control group presented the greatest weight loss, 42 days after birth, the protein group obtained the lowest negative VMD in relation to the period of the peripartum and the highest negative VMD occurred in the control treatment. Finally, the ECC of treatments 1 and 2 had little variation at delivery compared to the control treatment, which did show a notable decrease. Protein supplementation 60 days after calving improves the productive performance of the animals, avoiding weight loss and ECC, in the same way, the reduction of estrus, and an increase in the conception rate, which indicates that it is a viable strategy to obtain better profitability and greater productivity in livestock herds.

Keywords: Productive, supplementation, estrus, nutrition, pregnancy.

Tabla de contenido

1)	Introducción.....	13
2)	Problema.....	15
3)	Justificación.....	17
4)	Objetivos	19
4.1	General:.....	19
4.2	Específicos:	19
5)	Marco teórico.....	20
5.1	Producción de carne en pastoreo	20
5.1.1	Oferta de pasto.....	20
5.2	Vacas gestantes de carne en pastoreo	21
5.2.1	Relativos de la planta.....	21
5.2.2	Estructura de la cobertura vegetal:	22
5.2.3	Relacionado con el animal:	22
5.3	Balance energético negativo:	22
5.3.1	Glucosa	23
5.3.2	Ácidos grasos no esterificados (AGNE).....	23
5.3.3	Beta- hidroxibutirato (BHB)	23
5.3.4	Urea.....	24
5.3.5	Albumina y Proteínas Totales	24

5.3.6	Hormonas afectadas en el BEN.....	24
5.4	Condición Corporal	25
5.4.1	Anestro posparto.....	29
5.5	Suplementación estratégica.....	30
5.5.1	Suplementación proteica	31
5.5.2	Suplementación energética	31
5.5.3	Suplementación mineral.....	33
6)	Metodología:.....	34
6.1	Localización de los experimentos, manejo de los animales, delimitación experimental y de dietas	34
6.2	Evaluación de desempeño de vacas y terneros	36
6.3	Manejo del ternero recién nacido	38
6.4	Análisis de metabolitos y hormonas.....	39
6.5	Estimación de consumo y digestibilidad aparente	40
6.6	Evaluación de compuestos nitrogenados.....	41
6.7	Evaluación de comportamiento ingestivo.....	41
6.8	Evaluación del músculo esquelético y tejido hepático	42
7)	Resultados y discusión:	44
8)	Conclusiones.....	48
9)	Recomendaciones	49

10)	Referencias	50
11)	Anexos.....	59

Lista de tablas

Tabla 1	Descripción del ECC en cada uno de los puntos.....	27
Tabla 2	Cuadro descriptivo de ítems evaluados en del comportamiento ingestivo.	42
Tabla 3	Peso de los terneros recién nacidos en cada uno de sus tratamientos.....	44
Tabla 4	Efecto de la suplementación sobre el peso de las vacas durante el experimento.	46
Tabla 5	Efecto de la suplementación sobre el ECC de las vacas durante el experimento.	47

Lista de ilustraciones

Ilustración 1	Partes anatómicas para la evaluación del escore de condición corporal (ECC).	26
Ilustración 2	Mapa de la ubicación de Viçosa.....	34
Ilustración 3	Ofrecimiento del tratamiento a los animales.	35
Ilustración 4	Ultrasonografía en el área de ojo del lomo.	37
Ilustración 5	Diagrama esquemático temporal del experimento.	38
Ilustración 6	Marcaje de los terneros.....	39

Lista de anexos

Anexo 1	Tratamientos.....	59
Anexo 2	Estimación de consumo y digestibilidad aparente.....	59
Anexo 3	Cuantificación del forraje.....	60
Anexo 4	Evaluación de comportamiento ingestivo.	61
Anexo 5	Colecta de sangre y análisis de metabolitos y hormonas.	61
Anexo 6	Evaluación de desempeño de vacas y terneros.....	62
Anexo 7	Manejo del ternero recién nacido.	62
Anexo 8	Evaluación de compuestos nitrogenados.	63
Anexo 9	Molienda de las muestras.	63

1) Introducción

En Brasil, la producción de bovinos de carne en pastoreo se basa principalmente de la utilización de gramíneas tropicales como sustrato basal, las cuales están sujetas a las variaciones estacionales que afectan la calidad y disponibilidad de forraje, lo que genera periodos de subnutrición en los animales, y como consecuencia, disminución de la productividad y fertilidad de los hatos (Paulino et al., 2008).

Las vacas en el último tercio de la gestación demandan grandes cantidades de nutrientes, debido al crecimiento del feto, y su mantenimiento en general. Sin embargo, el forraje que consumen es de baja calidad, además la gestación coincide con la época seca, donde hay poca disponibilidad de biomasa (Rodrigues et al., 2020). Por ende, se desarrollan problemas metabólicos, ya que el bajo consumo de energía y bajas reservas corporales no permite que las vacas tengan equilibrio nutricional, esto aumenta la intensidad del balance energético (Astessiano et al., 2013).

Como consecuencia, se produce una gran movilización de reservas corporales, elevando las concentraciones de ácidos grasos no esterificados (AGNE) y beta hidroxibutirato (BHB) en sangre, con disminución de la concentración de glucosa en sangre (Vizcarra et al., 1998; Mulliniks et al., 2013).

En ese sentido, las vacas alimentadas con pastos de baja calidad nutricional y de baja disponibilidad, presentan pérdida de peso (Ferrando y Namur 2002), baja tasa de preñez, aumenta el intervalo de partos y el anestro en las hembras (Short et al., 1990), lo que repercute sobre las ganancias de cualquier ganadería dedicada a la producción de carne.

Una de las alternativas para mejorar la nutrición en los bovinos es por medio de la suplementación proteico-energética, ya que mejora el consumo y digestibilidad del forraje, concentraciones de nutrientes, consumo de proteína bruta, condición corporal, disponibilidad de la energía de la dieta, así como el estado metabólico, por ende, el desempeño productivo del animal (Bohnert et al., 2013; Paulino et al., 2014). De acuerdo a lo anterior, existe evidencia que una adecuada suplementación antes del parto es mejor que después de la gestación debido a que el tiempo a la concepción es menor (Randel, 1990).

De esa forma, se busca en esta pasantía: “apoyar técnicamente la evaluación nutricional, productiva y metabólica de vacas Nelore en pastoreo suplementadas durante el parto en la Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Corte de la Universidade Federal de Viçosa (UEPE-GC)”.

2) Problema

Brasil tiene gran potencial para producir carne bovina, por su extensión de su territorio, además de contar con un rebaño de 234,4 millones de animales (Instituto Brasileño de Geografía y Estadísticas [IBGE], 2022), que le permite generar importantes ingresos a su economía. Según Amnistía Internacional (2020) la producción de carne vacuno aportó para el 2020 el 8% del PIB. No obstante, la mayor parte de los ganaderos presentan en sus hatos baja eficiencia productiva y reproductiva, algunas de ellas son las bajas tasas de preñez, parición, natalidad, bajo peso al destete de los terneros, baja productividad y rentabilidad de los sistemas de producción bovina (Vieria, 2005).

El país, como en otras regiones tropicales del mundo, las gramíneas son el alimento más económico para producir carne y leche, los forrajes aportan gran parte de los nutrientes en la dieta de las vacas como proteína, energía, minerales, entre otros. Sin embargo, la alimentación de bovinos en pastoreos es un reto, ya que se presentan largas temporadas de lluvias y de sequía, en cuanto a esta última se produce baja cantidad y calidad de forraje, lo que coincide con la etapa del periparto, donde hay gran demanda de nutrientes por parte de la vaca y el feto (Valadares et al., 2016), lo cual conlleva un desbalance energético y desequilibrio dietético por parte de los animales (Astessiano et al., 2013).

Las pasturas tropicales presentan en su composición nutricional un bajo aporte proteico en las dietas de los bovinos, estos tienden a disminuir más en época seca, por tanto, esta deficiencia de nitrógeno se ve influenciada en la ingesta del animal, lo cual crea un ambiente ruminal desfavorable que no permite que haya una buena digestión y absorción de nutrientes, como consecuencia se disminuye el consumo de forraje y aprovechamiento de los nutrientes del pasto promoviendo pérdida de peso del animal (Souza et al. (2010), Detmann et al., 2014). Según

McNeill et al. (1997), Giombelli et al. (2016) cuando no se suple las necesidades de proteína de la gestación se genera crean una gran movilización del tejido muscular esquelético materno para cubrir con los requerimientos nutricionales. (p. 272)

El estado nutricional de los bovinos influye en el intervalo entre partos y la preñez de las vacas. Aunque se puede disminuir la duración del intervalo entre partos y del anestro posparto mediante la ingesta de nutrientes, se ha demostrado que el tiempo en el restablecimiento de la ovulación tardar más en vacas flacas en comparación con las hembras que llegan al parto con mejor condición corporal y lo conservan (Wettemann et al., 1995).

Según estudios realizados, se estima que más del 50% de los sistemas de explotación de ganado de carne en pastoreo no proveen a sus vacas un adecuado manejo nutricional (Madureira et al., 2014), la nutrición es el principal factor posparto que afecta de forma indirecta la circulación de hormonas y metabolitos indispensables en los procesos reproductivos (Robinson et al., 2006).

De acuerdo a lo anterior, se hace necesario ampliar el conocimiento del funcionamiento productivo y la aplicación de estrategias que mejoren la condición corporal y permita el adecuado estado fisiológico de las vacas, con el fin de elevar la tasa de preñez y disminuir el tiempo a la concepción, lo cual aumentara la productividad y rentabilidad en las ganaderías del país.

3) Justificación

Las vacas en pastoreo en el último tercio de gestación demandan grandes cantidades de nutrientes, que no pueden ser suplidas por las gramíneas tropicales, que cuentan con baja cantidad y calidad de biomasa debido a la época de sequía, también porque su aporte nutricional es desequilibrado (Paulino et al., 2008). La suplementación es una herramienta útil para atender las demandas que el animal requiere, además de prevenir trastornos metabólicos que afectan al estado corporal y reproductivo de la hembra (da Silva et al., 2017).

La suplementación proteico- energética permite a los forrajes que tienen baja calidad y digestibilidad aumentar su disponibilidad de nutrientes mediante la fermentación ruminal, ya que esta genera en el rumen un ambiente favorable para la degradación de celulosa y hemicelulosa, lo que permite que se eleve la actividad fermentativa, además de extraer la mayor capacidad de energía posible de los pastos (Longitud, 1990; Detmann et al., 2009).

Por lo tanto, el suministrar en la dieta las cantidades correctas de proteínas degradables en el rumen (PDR), produce un ambiente microbiano adecuado, favoreciendo la optimización de la digestión y fermentación del forraje (Longitud, 1990; Detmann et al., 2009).

La suplementación estratégica tiene como objetivo corregir las deficiencias de los pastos tropicales y suministrar nutrientes adicionales que necesita el animal y que la pastura no le provee (Sampedro et al., 2004). En ese sentido, la suplementación de vacas en el periodo preparto permite ofrecer una dieta adecuada de los animales, lo que mejora el metabolismo de las vacas, aumenta la ganancia de peso y las reservas corporales, como consecuencia se preparará el animal al parto, disminuye el balance energético negativo representado en mayores concentraciones de ácidos grasos no esterificados (AGNE) y beta hidroxibutirato (BHB), lo cual

mejora el desempeño posparto de la vaca, disminuyendo así el tiempo de reinicio de la actividad ovárica, anestro y mejorando la tasa de concepción (Bohnert et al., 2013; Paulino et al., 2014).

Dicho lo anterior, se busca apoyar técnicamente en las evaluaciones nutricionales, productivas y metabólicos de vacas Nelore en pastoreo en las diferentes investigaciones de suplementación durante el parto.

4) Objetivos

4.1 General:

Apoyar técnicamente la evaluación nutricional, productiva y metabólica de vacas Nelore en pastoreo suplementadas durante el parto en la Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Corte de la Universidade Federal de Viçosa (UEPE-GC).

4.2 Específicos:

Desarrollar las actividades relacionadas con evaluación metabólica y hormonal de las vacas Nelore en pastoreo suplementadas en el parto.

Apoyar las actividades direccionadas a la evaluación del desempeño productivo de vacas Nelore en pastoreo suplementadas en el parto.

Realizar acompañamiento al manejo y evaluación nutricional de vacas Nelore en pastoreo suplementadas en el periodo parto.

5) Marco teórico

5.1 Producción de carne en pastoreo

En general, los bovinos necesitan de 5 nutrientes esenciales para producir carne y leche, los cuales son: agua, proteína, energía, minerales y vitaminas. Las pasturas tropicales son la fuente de alimento más económica en la producción de bovinos y los nutrientes que aporten va a depender de la cantidad y calidad de la materia seca que tenga el pasto (Paulino et al., 2001).

En los pastos se manejan ciclos de producción largos y permanentes, en el caso del trópico y subtrópico son influenciadas por variaciones estacionales en el clima, las incidencias de las fluctuaciones entre el periodo seco y húmedo siempre serán constantes (Paulino et al., 2001). Por eso se buscan estrategias sostenibles que ayude a garantizar la productividad en todo el año, no solo en cantidad, sino también en calidad de alimento, que cubra las necesidades de consumo de MS, con el fin de evitar desequilibrios nutricionales en el animal (Paulino et al., 2001).

Los pastos en tiempo de lluvia tienen menor materia seca (MS) debido a que están en proceso de rebrote, en el periodo de floración la planta se vuelve más fibrosa disminuyendo los niveles de proteína bruta, de fósforo y vitamina A (Paulino et al., 2001). En cambio, en la temporada seca la proteína bruta disminuye el 7% de la MS. En diferentes estudios se ha demostrado que la proteína bruta (PB) del forraje, debe de estar por encima del 8% para la correcta utilización de carbohidratos no fibrosos (CNF) (Lazzarini et al., 2009).

5.1.1 Oferta de pasto

Los pastos inciden directamente sobre la respuesta de los animales, pues depende de la cantidad y calidad de la gramínea que ingieren, por eso es importante brindarle altas ofertas de pasto con el fin de no limitar su consumo (Paulino et al., 2001). Los bovinos seleccionan la planta de mayor calidad, en busca del equilibrio nutricional. Los pastos tropicales son

heterogéneos en calidad en las diferentes partes de la planta, por lo tanto, los animales siempre seleccionan la parte más digestible y de mayor contenido proteico, en el caso de las hojas son las más altas (Paulino et al., 2001).

Los bovinos pastorean de forma selectiva, aun en condiciones de limitación forrajera, así mismo disminuyen el tamaño de su mordida para seleccionar la parte de mayor calidad de la planta, lo que aumenta el tiempo de pastoreo. Por lo tanto, la baja oferta de gramíneas reduce el consumo del animal, afectando su estado corporal (Paulino et al., 2001).

Según Paulino et al. (2008), un método para determinar la disponibilidad y calidad del forraje independientemente del tiempo en que se encuentre, es por medio de la materia seca potencialmente disponible (MSpd), se le debe ofrecer del 4 al 5% de proteína bruta (PB) en MSpd para obtener mejores respuestas productivas en los animales.

5.2 Vacas gestantes de carne en pastoreo

En el trópico la mayor parte de las vacas pasan todo el año en pastoreo, como se mencionó anteriormente las pasturas presentan gran variabilidad en el año en producción de biomasa, uno de los factores son las condiciones climáticas, afectando el consumo del animal, ya que este determina la conversión productiva del bovino (Baker et al., 1981). Existen varios factores que afectan la producción animal, en el caso de las vacas gestantes se dividen en 3: relativos de la planta, altura de la cobertura vegetal y el relacionado con el animal.

5.2.1 Relativos de la planta

Entre ellas se encuentra la madurez y la concentración de nutrientes por parte de la planta, el factor que más se tiene en cuenta es la digestibilidad del pasto, ya que una gramínea

con alta digestibilidad genera un mayor consumo voluntario en el animal, el nivel máximo de digestibilidad es del 80% (Rovira, 1996).

5.2.2 Estructura de la cobertura vegetal:

La componen la altura, la densidad y la heterogeneidad en las pasturas. El factor más estudiado es la disponibilidad de pasto en la pradera, ya que tiene un vínculo directo con el consumo del animal hasta alcanzar el consumo máximo esperado (CME) (Minson, 1990).

5.2.3 Relacionado con el animal:

Las vacas tienden a disminuir el consumo de materia seca en el último tercio de la gestación, debido a factores físicos como la compresión del rumen por el crecimiento del útero y por la acumulación de grasa abdominal, factores fisiológicos como la alta producción de estrógenos (Forbes 2007), factores metabólicos como el desequilibrio de nutrientes también reduce el consumo de pasto de las vacas en el preparto, otro factor es el comportamental, ya que las vacas buscan un lugar correcto para parir generando malestar en el animal por ende reducen el consumo y los cambios endocrinos asociados al parto (corticoides, oxitocina, etc.) pueden tener correlación con la disminución del consumo del pasto (Forbes 2007).

5.3 Balance energético negativo:

En la última etapa de la gestación el feto se desarrolla el 85%, por esta razón, las exigencias nutricionales de la vaca aumentan un 75% en comparación con una no gestante (Bauman y Currie, 1980). Al mismo tiempo, la oferta de las pasturas en tiempo seco es baja y de mala calidad, en cuanto al animal reduce el consumo de pasto, todos estos factores hacen que el animal presente desbalance energético negativo (BEN), produciendo movilización de AGNE para cubrir los requerimientos nutricionales del feto (Bauman, 2000).

Las vacas adaptan su metabolismo (carbohidratos, proteínas y lípidos) para cubrir las altas demandas de nitrógeno y energía al final de la gestación, ya que, estas aumentan del 30% al 50%. A pesar de que el feto no se puede beneficiar de los lípidos, pero la vaca sí los puede usar para sus funciones periféricas (Dunsbea, 1995).

Por otro lado, por medio de diferentes metabolitos en sangre se puede evaluar el *estatus* metabólico de las vacas, con el fin de determinar el *estatus* energético de los animales (Grimard et al., 1995), algunos de ellos son:

5.3.1 Glucosa

Se observa la disminución de los niveles de este metabolito en sangre al aumentar los requerimientos de energía por parte del animal. Al mismo tiempo, se genera movilización de reservas lipídicas, provocando aumento de AGNE y BHB (Russel y Wright, 1983; Wetteman et al., 2003).

5.3.2 Ácidos grasos no esterificados (AGNE)

Este metabolito proporciona energía a los tejidos periféricos mediante la movilización del tejido adiposo (Baumgard et al., 2018). Por otro lado, los AGNE son una forma de ahorrar glucosa, ya que altos niveles de AGNE en sangre hace que disminuya la absorción y oxidación de la glucosa en el tejido muscular esquelético, a este efecto se le conoce como “ciclo randle” (Baumgard et al., 2018).

5.3.3 Beta- hidroxibutirato (BHB)

Es un cuerpo cetónico, que se genera del catabolismo de los ácidos grasos (AG), este no puede ser oxidado por el hígado, pero sí por medio del músculo esquelético, corazón, riñón, glándula adrenal y el pulmón (Dukes, 1967). Las altas concentraciones de BHB perjudican la

reanudación del estro, aumentando el tiempo a la concepción, siendo así un indicador importante para medir estos dos parámetros (Mulliniks et al., 2013).

5.3.4 Urea

Cuando se produce el BEN, se estimula el catabolismo del músculo esquelético, por medio de la gluconeogénesis muscular, se usan los aminoácidos para producir energía; los aminoácidos son desaminados, se libera el grupo amino y en el hígado se transforma en urea (Brockman y Laarveld, 1986). Así mismo, la alta concentración de amonio o urea en la dieta ocasiona intoxicación en el oocito, repercutiendo en la tasa de preñez debido a que la calidad del embrión se disminuye (Rhodas et al., 2006; Leroy, 2008). La urea es un indicador de metabolismo de las proteínas a corto plazo (Fuhrman et al., 2004).

5.3.5 Albumina y Proteínas Totales

Las concentraciones sanguíneas de proteína totales y albúmina se utilizan como indicadores del metabolismo de las proteínas a largo plazo (Fuhrman et al., 2004), por ende, bajas concentraciones de estos dos metabolitos en sangre señalan que el estado proteico y nutricional del animal está siendo afectado negativamente (da Silva et al., 2017). Se debe a las altas demandas de proteína para la síntesis hepática y producción de leche (Moorby et al., 2000; Park et al., 2010), así como la baja inclusión de proteína en la dieta.

5.3.6 Hormonas afectadas en el BEN

Cuando el animal no puede hacer frente a los altos requerimientos nutricionales que demanda la gestación y la lactancia, la hembra entra en homeorresis para sostener los eventos, este mecanismo permite que la vaca transite nutrientes para el feto, el útero grávido y la glándula mamaria, con el fin de no afectar el crecimiento del ternero ni la producción de leche (Ciccioli et al., 2003), al mismo tiempo, la hormona de crecimiento (GH) que estimula la producción de

factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF-1), se ve afectada en BEN, en este caso se eleva la producción de GH, pero se disminuye la producción de IGF-1 en circulación, esto se da porque el hígado se vuelve menos sensible a esta hormona (Ross et al., 1990; Wettemann et al., 2003). Lo que provoca que se reduzca el anabolismo y haya un aumento del catabolismo periférico, las principales fuentes son las grasas, con el fin de suplir nutrientes hacia tejidos de mayor prioridad (Meikle et al., 2010).

Los altos niveles de IGF-1 y la insulina en sangre están correlacionados con la reproducción del animal (McGuire et al., 1992). Las células de la granulosa y de la teca tienen receptores para la IGF-1, las cuales van aumentando a medida que hay crecimiento de los folículos, además da indicio a que el folículo ovule. Las bajas producciones de IGF-1 está relacionada con el anestro del animal (Blache et al., 2007). En cuanto a la insulina, tiene una correlación directa con la condición corporal y el consumo de alimento (Wettemann et al., 2003).

5.4 Condición Corporal

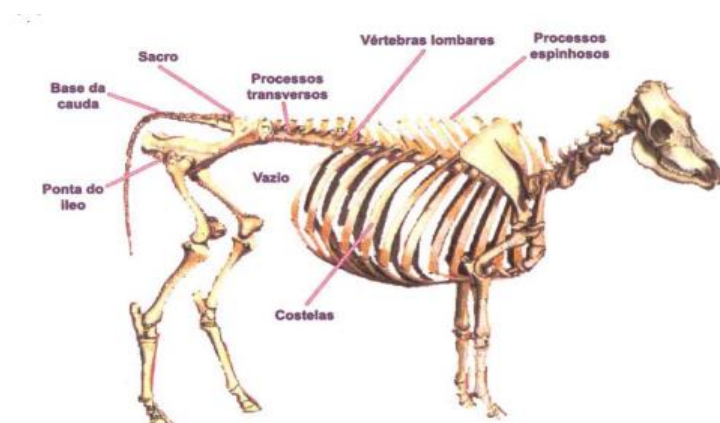
El score de condición corporal (ECC) es una evaluación subjetiva que sirve para clasificar los animales en función de su composición muscular y porcentaje de grasa, principalmente, se da como una herramienta para saber el estado nutricional de los animales mediante la evaluación visual y/o táctil (Machado et., al 2008). El ECC está más enfocado en medir las reservas corporales del tejido adiposo, es decir, indica el grado del contenido de grasa que contiene el animal.

Esta técnica no es afectada por el tamaño del cuerpo, ni estado fisiológico del animal, ni por el alimento que esté en el trato digestivo (Roche et al., 2004), por lo que no se necesita ayuno previo para su evaluación.

Para evaluar la condición corporal se tiene como referencia el sistema óseo del animal.

Ilustración 1

Partes anatómicas para la evaluación del escore de condición corporal (ECC).



Fuente: (Machado et al 2008).

Una de las formas de determinar como el animal llega al último tercio de la gestación es a través del (ECC).

Tabla 1*Descripción del ECC en cada uno de los puntos*

Grupo	Condición Corporal	Descripción
Condición magra	1	Demacrada: Es un animal extremadamente magro, sin contenido de grasa perceptible en procesos vertebrales espinosos y transversos, tampoco sobre los huesos de la cadera, ni las costillas, se puede notar la inserción de la cola y las costillas bastante prominentes.
	2	Pobre. La vaca aún se puede observar muy magra, la inserción de la caudal y de las costillas se pueden observar menos protegidas. Los procesos espinosos siguen prominentes, pero se puede ver un poco de tejido sobre la columna vertebral.
	3	Magro. Se pueden observar individualmente las costillas, más no tan afiladas al tacto, ya se puede palpar grasa en la inserción de la cola, en la columna vertebral y en algunos huesos de la cadera.
Condición intermedia	4	Intermedia. Las costillas no se observan visualmente, pero al palparlas se puede detectar el proceso espinoso, se puede ver más redondeados, hay un poco de grasa sobre las costillas, los procesos trasversos y huesos de la pelvis.
Condición optima moderada	5	Moderada. Se puede observar buena apariencia en general, la grasa de las costillas se siente esponjosas cuando se palpan, se pueden palpar la grasa de las áreas de los lados de la inserción de la cola.

positivo nutrir correctamente a la vaca en el preparto que en posparto, demostrando la importancia de atender las demandas nutricionales de la hembra en gestación para que mantenga su condición corporal y así tener una concepción en un menor tiempo (Emerick et al., 2009).

Se ha observado una correlación directa entre el ECC y el desempeño reproductivo en el animal, de manera que a condiciones corporales más bajas el tiempo del anestro aumenta (Wettemann et al., 2003).

5.4.1 Anestro posparto

Se presenta cuando la hembra está en inactividad reproductiva y no inicia el ciclo estral, las vacas que tardan mucho tiempo en este estado y no quedan gestantes, el intervalo entre partos aumenta, obteniendo menos terneros y menos productividad en los hatos, los dos factores que están relacionados son la inactividad ovárica y la ineficiencia del folículo dominante de ovular (Roche, 2006).

5.4.1.1 Retorno de la actividad ovárica.

El retorno de la actividad ovárica de la hembra se produce después de la elevación de la hormona luteinizante (LH) por parte de la glándula pituitaria, ya que en el preparto la progesterona (P_4) crea un bloqueo en el hipotálamo lo que no permite la liberación de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), que es la precursora de la liberación de la LH, el tiempo para que baje la P_4 después del parto es de 3 semanas (Williams, 2005). Se necesita de varios picos de la LH para que se libere el ovocito, si no se generan los picos necesarios de la LH se crean ondas foliculares no recurrentes provocando atresia en el folículo dominante (Wettemann et al., 2003). Al mismo tiempo, cuando hay bajas reservas de colesterol, las células de las granulosa no permiten la captación de colesterol de alta densidad (HDL), hasta mejorar la condición corporal de la hembra (Shalgi et al., 1973).

En una investigación realizada por Richards et al. (1991), se evidenció una relación entre el ECC de las vacas con la secreción de la LH en vacas Hertford, donde se pudo concluir que la producción de LH se suprime cuando hay bajas reservas energéticas corporales, esto se da de forma directa independientemente del ovario.

5.4.1.2 Crecimiento folicular.

Un metabolito que está relacionado con la actividad ovárica es la glucosa en sangre, pues altas concentraciones de estas, liberan en mayor cantidad LH y hormona foliculoestimulante (FSH) necesarias para el crecimiento folicular y ovulación de la vaca, así mismo el folículo dominante no es capaz de producir suficiente estradiol lo que no permite que se produzcan los picos necesarios de LH para que pueda ovular la vaca (Senger, 2003).

5.5 Suplementación estratégica

Para que las vacas gestantes aumenten el *input* de nutrientes y tengan una buena condición corporal al parto se debe suplementar estratégicamente, ya que las pasturas no aportan todos los nutrientes necesarios que demanda el animal, además en tiempo de sequía disminuye la disponibilidad de pasto y calidad. La suplementación se realiza con el fin de lograr disminuir el balance energético negativo y así evitar problemas metabólicos que comprometan al animal (Salas et al., 2011).

La suplementación estratégica se realiza a partir del restante de nutrientes que el pasto no les pueda suplir al animal en sus requerimientos nutricionales (Garmendia, 2005), no como se hace en muchos lugares que se le proporciona un suplemento estándar al animal, los cuales generan muchas veces desbalances nutricionales y menor eficiencia productiva en el animal, como consecuencia un bajo retorno del dinero (Danes et al., 2013).

Los tipos de suplementación se clasifican en 3: proteica, energética y mineral.

5.5.1 *Suplementación proteica*

Se les proporciona a las vacas en gestación cuando el contenido proteico de la pastura es bajo, ya que cuando la PB del pasto es menor a 7% se disminuye el consumo de materia seca. Una de las formas de suministrar esa proteína es a través del nitrógeno no proteico (urea), ya que mejora el ambiente ruminal al proporcionar amoníaco que es necesario para la reproducción de bacterias ruminales, a su vez se mantiene un pH estable, lo que crea una mejor digestión de la celulosa y hemicelulosa del pasto, genera un mayor consumo de MS, y mejora la digestión y absorción de nutriente (Mancilla 2002).

Otra forma de proporcionar proteína al animal es por medio de la proteína no degradable en el rumen (PNDR), la cual es la que escapa del rumen y está disponible en el intestino delgado, esta se obtiene una parte de la proteína microbiana (PM) y otra de los pastos, forrajes o concentrados proteicos, sirve para suplir las necesidades proteicas que la proteína microbiana por sí sola no puede cumplir, es muy recomendada en tiempo de sequía y cuando se elevan las exigencias de proteínas (Mancilla 2002).

5.5.2 *Suplementación energética*

Una de las formas es aumentar el consumo de forrajes, pero en vacas en el parto parece ser imposible, debido a que el animal ha reducido su consumo por los motivos tratados anteriormente, por esta razón solo existen dos formas de suplementar energéticamente a las vacas en gestación (Fernández, 2000):

5.5.2.1 Suplementación con concentrados ricos en almidones y azúcares.

Son altamente fermentables, generan un alto desarrollo de materia orgánica (MO) y elevan la producción de Ácidos grasos volátiles (AGV) (Mella Fuentes, 2003), el nivel máximo de estos concentrados no puede ser mayor del 50% del CMS, ya que mayores niveles de inclusión generan acidosis en el animal (Mancilla 2002).

5.5.2.2 Aumento la densidad energética del animal.

El cual se logra mediante dietas altas en grasas, se eleva el contenido de energía y no se modifica el consumo total de MS, previniendo problemas metabólicos y acidosis ruminal, una desventaja es el aumento del costo en el suplemento, se debe evaluar costo beneficio (Fernández, 2000).

Por otro lado, se deben tener en cuenta varios factores a la hora de realizar un suplemento Según (Mancilla, 2002):

- No se deben exceder los niveles de suplementación a más de 3,0 kg/ animal en vacas de 450 kg
- Los suplementos con CHO no deben exceder los 1,8 kg/ animal/día
- Los suplementos que contiene mayor cantidad de fibras las posibilidades de bajar el pH son casi nulas.
- Suplementar con alimentos menos procesados, con el fin de reducir la posibilidad de reducción y así incrementar la PNDR. Tener en cuenta la relación proteína- energía en la dieta, un correcto balance entre proteína degradable y la no degradable en la dieta.
- Cuando las pasturas son de baja calidad, proporcionar proteína bruta para mejorar la ingestión, para gramíneas de alta calidad se debe usar la energía correcta.
- Se recomienda suplementar en etapas más tempranas.

5.5.3 *Suplementación mineral*

Los pastos no contienen los niveles necesarios de macro y micronutrientes que necesitan las vacas en gestación (Corah, 1996; McDowell, 1996). La suplementación mineral es vital cuando la disponibilidad de la pastura es baja, es necesario para el correcto funcionamiento del metabolismo, y la salud del animal como de su feto. (McDowell, 1996).

Para proporcionar los minerales necesarios es importante conocer su contenido en la planta, mediante un análisis bromatológico, ya que varía según las condiciones de suelo, época del año, nutrientes, y especie de pastos.

6) Metodología:

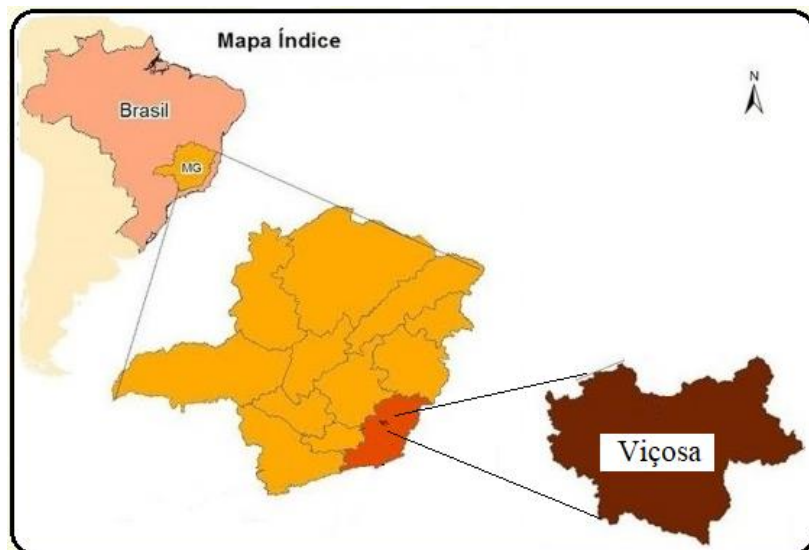
6.1 Localización de los experimentos, manejo de los animales, delimitación experimental y de dietas

Los experimentos se realizaron en la Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Corte de la Universidade Federal de Viçosa (UEPE-GC) y en los laboratorios del departamento de Zootecnia, de la Universidad Federal de Viçosa (UFV), ubicada en el municipio de Viçosa-Minas Gerais, Brasil.

Viçosa es un municipio con clima subtropical, está localizado a una altitud de 649 msnm, sus coordenadas son 20°45 'S e 42°52' W, su temperatura es de 21 °C cuenta con dos épocas; seca de abril a septiembre y lluvias de octubre a marzo, con precipitaciones anuales de 1341,2 mm, el proyecto se realizó en tiempo seco con transición de lluvias (UFV, 1997).

Ilustración 2

Mapa de la ubicación de Viçosa.



Fuente: (Acevedo, 2023).

En la realización del experimento se usaron 42 vacas de la raza Nelore en su mayoría pluríparas gestantes, preñadas mediante IATF con peso inicial de 550 kg y 5 años de edad, las vacas estaban divididas en 9 potreros, se manejaron 3 tratamientos; T1- proteinado de bajo consumo: 45% sal mineralizada +30% urea + 25% DDG (200 g/vaca/día), T2 - proteico: 90% DDG +8% urea +2% sal mineralizada (1 kg/vaca/día; 40% proteína en MS) y T3- control: sal mineralizada 100 g/vaca/día.

Se utilizaron 3 lotes por tratamiento y se suplementaron 60 días al parto, luego se les proporcionó sal *ad libitum* 70 días posparto.

Los animales contaban con agua *ad libitum*. Todos los días a las 12:00 p.m. se recogían las sobras de los 3 tratamientos y se le suministraba una nueva ración.

Ilustración 3

Ofrecimiento del tratamiento a los animales.



Fuente: (Acevedo, 2023).

Los potreros contaban con pasturas de *Brachiaria decumbens*, también tenían zonas arbóreas, comederos cubiertos, estos se compartían al igual que los bebederos. Por otro lado, se hacía rotación de potreros cada 7 días con el fin de evitar efectos de estos sobre los tratamientos.

Los animales pasaron por un periodo de adaptación de 15 días, luego se dividieron al azar entre 6, 5 y 4 animales por potrero, también fueron desparasitadas con Doracmetica al 1% para el control de parásitos internos y externos.

6.2 Evaluación de desempeño de vacas y terneros

La finca estaba dividida por 2 áreas, las cuales cada una tenía 2 corrales con brete y báscula, con el fin de calcular el peso corporal y para la facilidad del manejo.

Se apoyó en el pesaje de las vacas el día del inicio del experimento (-60), luego los días -28, -14, -7, 0, +7, +14, +28, +49, y 70 relativos al parto para determinar la ganancia diaria de peso (GDP), en cuanto a los terneros se pesaron solo el día de nacimiento con el fin de observar diferencias de pesos en los terneros por tratamiento.

Se acompañó en la evaluación de la condición corporal de las vacas, el cual se empleó junto con el pesaje de los animales, se midió en una escala de 1 a 9, siendo (1 extremadamente flaca y 9 extremadamente gorda) de acuerdo con NRC (1996).

Se hizo presencia en la evaluación de la canal con ultrasonografía 17 días antes del parto, las medidas que se tuvieron en cuenta fue área de ojo del lomo (AOL), y la espesura de grasa subcutánea (EGS) este lugar se encuentra ubicado en zona intercostal entre la 12 y 13va costilla, luego, se midió la espesura de grasa subcutánea sobre la grupa (EGSg), tomando la referencia las tuberosidades del íleon y el isquion, los límites con los que se cuantificaron la dermis y la fascia

profunda muscular fueron para bíceps femoral EGSg mm, y músculo longísimo EGS mm, AOL cm², se usó el programa BioSoft Toolbox® II for beef (Biotronics Inc., Ames, Iowa, USA).

Ilustración 4

Ultrasonografía en el área de ojo del lomo.



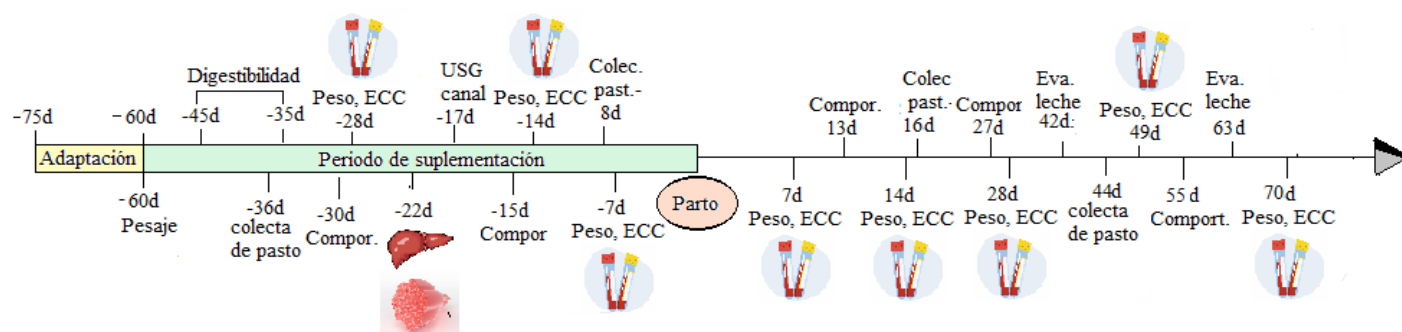
Fuente: (Acevedo, 2023).

Se apoyó en el ordeño de las vacas los días 42 y 63 después del parto, con el fin de calcular la producción de leche, los terneros fueron separados de sus madres 12 horas antes el día anterior. A las 5 a.m. se aplicó 2 ml de oxitocina en la vena mamaria y se procedió a ordeñarlas, luego se pesó la leche.

Por otro lado, para evaluar la composición de la leche de cada vaca, se colectó 30 ml de leche, se le adicionó broponol para mejorar su conservación y se refrigeró a 4 °C con el fin de ser analizada, posteriormente, para la leche fresca se le cuantificó los % de proteína, grasas, lactosa y sólidos totales con ayuda de la espectroscopia infrarroja.

Ilustración 5

Diagrama esquemático temporal del experimento.



Fuente: (Acevedo, 2023).

6.3 Manejo del ternero recién nacido

Los terneros se desparasitaron con Doracmetina al 1% con 1 cm³ por 5 días después del nacimiento.

Con ayuda de unas tijeras se cortó el ombligo a 5 cm del abdomen y se curó por 5 días con solución yodada al 10%.

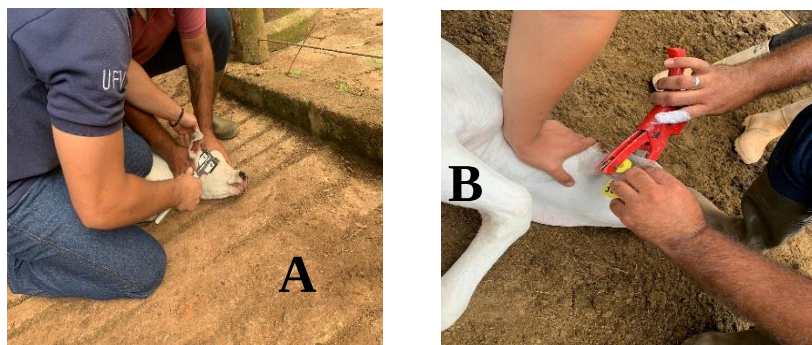
Se percató que todos los terneros al nacer tomaran los primeros calostros, algunos no pudieron hacerlo de forma voluntaria, para esto se ordeñó la vaca y se suministró el líquido en un tetero.

Al cumplir los 5 días de nacidos, se procedió a tatuar en la oreja los terneros con la herramienta tatuadora rotativa, enseguida se puso tinta tatuadora (tattoo ink black).

Los becerros se marcaron con chapetas, para esto se hizo un agujero en la oreja con un cortador de orejas y se aplicó crema cicatrizante, 5 días después se colocó la chapeta con ayuda del aplicador para orejera estándar, finalmente se agregó crema cicatrizante (Chemitec).

Ilustración 6

Marcaje de los terneros.



Fuente: (Acevedo, 2023).- (A. tatuaje del ternero, B. Marcaje del ganado mediante chapeta).

Nota: Desde el primer día se dejaron los terneros con las madres.

6.4 Análisis de metabolitos y hormonas

Se apoyó en la colecta de sangre mediante punción en la vena yugular, los días -28, -14, -7, 0, +7, +14, +28, +49 y +70, con auxilio de tubos tapa amarilla estériles al vacío que contenían gel acelerador de coagulación para el análisis de concentraciones de urea, colesterol de alta densidad (HDL), proteína total, albúmina, triglicéridos, Lipoproteína de baja densidad (LDL), Lipoproteína de muy baja densidad (VLDL), colesterol total, creatinina, BHB, AGNE, IGF-1, en cuanto a la (P₄) se evaluó en la colecta después del parto. Los tubos color gris EDTA contenía fluoruro de sodio con el fin de cuantificar la glucosa en sangre. Una vez obtenidas, se pusieron en una cava y se marcaban con el número de identificación del animal, seguidamente fueron llevadas a centrifugación a 3600 RPM (Rotación por minuto) por 15 min, luego, el suero y el plasma fueron almacenados en tubos eppendorfs y congelados a -20 °C para su posterior análisis.

Así mismo, se colectó sangre de los terneros recién nacidos, se dejaban pasar 5 horas desde la primera ingestión de calostros, el procedimiento fue el mismo mencionado

anteriormente y se hizo para determinar cuál tratamiento suministraba mayor cantidad de inmunoglobulinas a través del calostro.

6.5 Estimación de consumo y digestibilidad aparente

Se coadyuvó en la estimación de consumo y digestibilidad, entre los días -45 a -35, se usaron dos indicadores internos, óxido de cromo (Cr_2O_3) para calcular digestibilidad y consumo del forraje, dióxido de titanio (TiO_2) para calcular digestibilidad y consumo de los suplementos. El procedimiento se dividió en 2 momentos, el primero del día 1 al 5 destinados al proceso de adaptación de los indicadores, un segundo momento 4 días para la colecta de heces, los animales recibieron el tratamiento todos los días a la misma hora 10:30 a.m., en el caso del Cr_2O_3 se envolvió en papel en forma de cartucho, se colocó en un tubo y se introdujo vía esófago en las vacas, el TiO_2 se mezcló 15 g en cada tratamiento para ser ofrecido en los comederos, en cuanto a la fibra en detergente neutro indigestible (FDNi) se usó como indicador interno del consumo de materia seca del forraje. Las colectas de heces se hicieron del día 6 al 9; el día 6 a las 17:00 h, el día 7 a las 14:00 h, el día 8 a las 10:00 h y el último día a las 06:00 h, una vez el animal defecaba se procedía a recogerlas en una bolsa sin contaminarlas con tierra o pasto, después se colocaban en unas bandejas de 300 g y se pesaban, luego fueron llevadas al laboratorio donde se secaron con ayuda de una estufa de circulación forzada a (55 °C / 72 h), se procesaron en molino de cuchillas con tamiz de porosidad 2 mm para evaluar FDNi. Posteriormente, se molió la mitad nuevamente a 1 mm para cuantificar MS, PB, MM, EE, FDN.

Para cuantificar la disponibilidad de la materia seca potencialmente digestible (MSpd), se llevó a cabo cada 28 días, con ayuda de un cuadrado metálico de 0,5 x 0,5 m, fue lanzado al azar en varios lugares del potrero, luego por medio de una tijera podadora se cortó el material vegetal a 5 cm del suelo y se colocó en una bolsa, así se realizó en cada potrero. Para la evaluación

cualitativa del pasto se hizo mediante la simulación manual de pastoreo, que consistía recorrer partes del potrero arrancando con la mano solo tallo y hojas de la planta, con el fin de estimar el coeficiente de digestibilidad de los animales.

Las muestras fueron pesadas y llevadas al laboratorio donde fueron secadas en estufa de circulación forzada a (55 °C / 72 h) se molieron como se describió anteriormente, con el fin de evaluar FDNi a 2 mm, y MS, PB, MM, EE, FDN a 1mm.

6.6 Evaluación de compuestos nitrogenados

Se apoyó en la evaluación de la excreción de compuestos nitrogenados urinarios, inicialmente, se realizó la colecta de orina 1 día después de terminar con la infusión de los marcadores internos, a las 8 h y a las 16 h, con ayuda de recipientes que estaban amarrados a una vara, luego se filtraron con gasa estéril, se procedió a colocarlos en 2 frascos con la numeración de la vaca, uno sin diluir (30 ml), otro con 6 ml de muestra se diluyeron con 24 ml de H₂SO₄ 0,036 N, con el fin de evitar la precipitación del ácido úrico, después a las dos muestras se le adicionó ácido sulfúrico para bajar el pH < 3 con el fin de evitar el crecimiento de microorganismos (MO), la muestra diluida se estimó para analizar creatinina, urea, alantoína, derivados de purinas, y la no diluida para cuantificar el nitrógeno total, las dos muestras fueron almacenadas a -20 °C para su posterior análisis.

6.7 Evaluación de comportamiento ingestivo

El comportamiento ingestivo se realizó en los días -30, -15 al parto, mediante la observación se medían 5 variables: tiempo en el bebedero, comedero, pastoreo, ocio y rumia. Se anotaba cada acción que realizaba la vaca, para esto se tomaba una distancia considerable para evitar alterar el comportamiento del animal, por un tiempo de 12 horas, la hora de inicio era 06:00 h, hasta las 18:00 h, se hacía rotación de personal cada 4 horas, en cada acción se tenía en

cuenta 1 min para determinar la siguiente acción, después se realizaron nuevas pruebas los días 13, 27, 55 posparto, donde se adicionó la acción frecuencia de amamantamiento, se evaluó el comportamiento ingestivo de la madre y becerro, además se tuvo acompañamiento con drones en varias oportunidades.

Tabla 2

Cuadro descriptivo de ítems evaluados en del comportamiento ingestivo.

Acciones	Descripción
Pastoreo	Cuando el animal consume y/o selecciona el forraje, con la cabeza elevada del suelo, inmóvil o moviéndose lentamente.
Ocio	El animal no realiza ninguna de las acciones que se evalúan.
Rumiando	El animal está masticando los bolos o regurgitando.
Comedero	El animal está en el comedero comiendo sal, o suplemento.
Bebedero	El animal está en el bebedero bebiendo agua.
Amamantamiento	Cuando el becerro sujeta el pezón con la boca, y realiza movimientos hacia abajo y se anota en la parte de la planilla de la vaca.
Mamando	Igual al anterior ítem, a diferencia que se anota en la parte de la planilla del becerro.

Fuente: (Hirata et al., 2002).

6.8 Evaluación del músculo esquelético y tejido hepático

Se acompañó en la extracción de muestras del músculo esquelético y tejido, en 9 vacas por cada tratamiento, 22 días antes del parto, primero se aplicaron 20 ml de lidocaína (2%) por vaca, (15 ml en la zona muscular, y 5 ml en el hepático), luego se procedió a desinfectar las áreas con clorhexidina. Las muestras musculares se obtuvieron del músculo *Longissimus dorsi*

localizado entre la 12 y 13va costilla en la parte derecha, las muestras hepáticas se extrajeron en relación de la 11va costilla en el espacio intercostal de la caja torácica derecha, luego fueron colocadas en un tubo criogénico de 2 ml, se congelaron en nitrógeno líquido a -80°C para después ser analizadas.

7) Resultados y discusión:

En el apoyo de la época de parición nacieron 42 crías; 38 machos y 4 hembras, de las cuales el peso promedio para el tratamiento control fue de 37,23 kg, en cuanto al peso del tratamiento proteico fue de 37,2 kg, seguido por el proteinado de bajo consumo de 36,78 kg (Tabla 3).

Tabla 3

Peso de los terneros recién nacidos en cada uno de sus tratamientos.

Ítem	Tratamientos		
	Proteinado de bajo consumo	Proteico	Control
Peso al nacimiento (kg)	36,78	37,2	37,23

Fuente: (Acevedo, 2023).

En el acompañamiento en el pesaje de las vacas 7 días al parto se observó que el tratamiento proteico fue el único que obtuvo ganancia de peso promedio 574,35 kg, los tratamientos proteinado de bajo consumo 551,76 kg y control 520,35 kg si disminuyeron el peso (tabla 4), esto se da, debido a las demandas del tejido materno en el último tercio de la gestación, ya que después de los 240 días de preñez se elevan los requerimientos de los nutrientes y se reduce drásticamente el anabolismo, aumentando el catabolismo en las vacas para ayudar a atender las altas demandas de nutrientes que necesita el feto (Meyer et al., 2010; Moreira, 2020).

Del mismo modo, en la suplementación de las vacas en esta fase crítica, se pudo notar que la variación de peso corporal media diaria (VMD) fue positiva para el tratamiento proteico 0,251 kg, en cuanto a los otros dos tratamientos se dio de forma negativa; tratamiento proteico de

bajo consumo -0,276 kg, y el control -0,327 kg, se puede percibir que el tratamiento proteico fue el que mejor cubrió parte de la demanda de nutrientes, lo cual generó menor movilización de reservas corporales para atender los requerimientos. Según (Paulino et al., 2008) la suplementación proteica se debe hacer pensando en la interacción con el forraje que consume el animal para maximizar el desempeño de los bovinos.

Por otro lado, 42 días después del parto, la menor (VMD) negativa fue para el grupo proteinado de bajo consumo -0,440 kg, seguido por el grupo del tratamiento proteico -0,523 kg por último el tratamiento control -0,662 kg, se puede observar que a pesar de que el tratamiento proteico tuvo pérdida de peso después del parto, fue el de menor VMD negativa en el periparto, lo que permitió disminuir el BEN, en comparación con el grupo control y proteico de bajo consumo que tuvieron la mayor VMD negativa en esta fase, por ende mayor BEN, lo que difiere que una adecuada suplementación en momentos claves (60 días al parto), disminuye los problemas metabólicos, y prepara al animal posparto (Valadares et al., 2016), ya que al haberse acumulado reservas corporales al parto permite atender las demandas de producción de leche, el animal recupera su peso de forma más eficiente, el tiempo del anestro disminuye y aumenta la tasa de concepción, lo que se refleja en la disminución de costos y mejora la rentabilidad de los hatos ganaderos.

Tabla 4

Efecto de la suplementación sobre el peso de las vacas durante el experimento.

Ítem	Tratamientos		
	Proteinado de bajo consumo	Proteico	Control
Peso 60 días al parto (kg)	566,4	561,03	537,71
Peso 7 días al parto (kg)	551,76	574,35	520,35
VMD 7 días al parto (Kg)	-0,276	0,251	-0,327
Peso día del parto (kg)	514,78	531,72	484,23
Peso 42 días después del parto (kg)	496,28	509,72	456,43
VMD del parto a los 42 días (kg)	-0,440	-0,523	-0,662

Nota: Variación de peso corporal media diaria (VMD). Fuente: (Acevedo, 2023).

El ECC de los tratamientos 1 y 2 tuvo poca variación al parto en comparación al tratamiento control, que sí mostro una disminución notable (Tabla 5). Lo que permite inferir que la suplementación con mayor ofrecimiento y consumo de PB, generan una relación positiva de proteína- energía en el animal y un mejor aprovechamiento de la energía del forraje (Silva et al., 2017; Sotelo et al., 2018; Almeida et al., 2020), ya que tuvieron mejor respuesta productiva frente al tratamiento control, también, se puede inferir que a pesar de disminuir casi 1 punto de ECC el tratamiento control, demuestra que las praderas proporcionaron buena cantidad de nutrientes, ya que en el último tercio de la gestación demandó alta cantidad de nutrientes y su estado corporal no fue severamente afectado.

A pesar de haber retirado el suplemento posparto, se pudo notar que el ECC al día 42, se mantuvo en los tratamientos proteinado de bajo consumo y proteico, en cuanto al tratamiento control se pudo observar la recuperación de sus reservas corporales a medida que pasaron las semanas, ya que en el parto había disminuido notablemente.

Tabla 5

Efecto de la suplementación sobre el ECC de las vacas durante el experimento.

Ítem	Tratamientos		
	Proteinado de bajo consumo	Proteico	Control
ECC 60 días al parto	6,7	6,7	6,6
ECC día del parto	6,6	6,8	5,8
ECC 42 días después del parto	6,5	6,8	6,3

Fuente: (Acevedo, 2023).

8) Conclusiones

La suplementación proteica 60 días al parto permite mejorar el ambiente ruminal, el cual aumenta el aprovechamiento del forraje de baja calidad en tiempo seco, también evita problemas metabólicos, como la disminución del desplazamiento de reservas corporales como los AGNE y el BHB.

Las diferentes alternativas de suplementación proteica mejoran el desempeño productivo de los animales, evitando pérdidas de peso y score de condición corporal, de igual modo, la reducción del estro, y un aumento en la tasa de concepción, lo que indica que es una estrategia viable para obtener mejor rentabilidad y mayor productividad en los hatos ganaderos.

Seguidamente, se puede concluir que durante la realización de la pasantía empresarial en la UFV me permitieron desde el ámbito profesional tener destrezas y conocimientos más profundos sobre la importancia de la nutrición animal, así como, el brindar un ambiente adecuado ruminal para mejorar la digestión y absorción de nutrientes de esta manera tener una mayor productividad, el funcionamiento de los metabolitos y hormonas en la etapa del parto con el fin de conocer el status energético y/o nutricional del animal en relación con la dieta que se le brinda, también, medir la eficiencia de la alimentación mediante parámetros productivos como el ECC, ganancia de peso del animal, peso al nacimiento del ternero y la producción de leche.

9) Recomendaciones

Seguir buscando materias primas alternativas diferentes al maíz y la soja por su alto costo, que sean de excelente calidad con el fin de poderlas integrar en la dieta de los bovinos, además que generen buenos resultados nutricionales, productivos y metabólicos como también disminuir costos en la suplementación para aumentar la rentabilidad en los sistemas de producción de bovinos de carne.

Suplementar las vacas posparto y evaluar el desempeño en los terneros con este tipo de suplementación alternativa, para determinar la viabilidad económica de esta estrategia.

Capacitar a los productores mediante charlas en el uso y la importancia de la suplementación en la fase del parto y los múltiples beneficios que traen con el fin de ser más competitivos en el mercado local, regional y nacional.

10) Referencias

- Amnistía Internacional. (2021, 17 agosto). Brasil: Ganado criado ilegalmente en la Amazonía descubierto en la cadena de suministro de la importante procesadora de carne JBS.
<https://www.amnesty.org/es/latest/press-release/2020/07/brazil-cattle-illegally-grazed-in-the-amazon-found-in-supply-chain-of-leading-meat-packer-Bjbs/#:~:text=El%20mayor%20exportador%20de%20carne,el%208%25%20de%20su%20PIB.>
- Astessiano AL, Perez-Clariget R, Espasandin AC, Lopez-Mazz C, Soca P, Carriquiry M (2013) Metabolic, productive and reproductive responses to postpartum short-term supplementation in primiparous beef cows. *Revista Brasileira de Zootecnia* 42, 246–253. doi:10.1590/S151635982013000400003
- Astessiano, D. A. L. (2010). Perfiles Metabólicos, Endócrinos Y De Expresión Génica Hepática Asociados A Cambios En El Balance Energético De Vacas De Carne Primíparas En Condiciones De Pastoreo. *Universidad de la Republica, Tesis*.
<http://www.fagro.edu.uy/criavacunacamponatural/documentos/tesis/AnaLauraAstessiano.pdf>
- Avila, P. J. A. (2002). A Cadeia Produtiva De Carne Bovina No Brasil Mercado Internacional E Nacional. *III Simpósio de Produção de Gado de Corte*.
<https://www.simcorte.com/arquivosAnais/arquivo13>
- Baker R.D., Le Du L.P., Alvarez F. (1981). The herbage intake and performance of setstocked suckler cows and calves. *Grass and Forage Science*. 32:201-210.

Bauman DE. Regulation of nutrient partitioning during lactation: homeostasis and homeorhesis revisited. Wallingford, UK: CABI; 2000. p.311-28.

Baumgard, L. H., Collier, R. J., & Bauman, D. E. (2017). A 100-Year Review: Regulation of nutrient partitioning to support lactation. *Dairy Sci.* 100:10353–10366.
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5718659/mod_resource/content/0/baunguard2017.pdf

Blache, D.P.Y., Chagas, L.M., Martin, G.B. 2007, Nutritional inputs into the reproductive neuroendocrine control system - a multidimensional perspective in Reproduction in Domestic Ruminants VI, Nottingham University Press, United Kingdom

Briano, C. (2014). Efecto sobre la performance productiva y reproductiva de vacas de carne en condiciones de pastoreo. *Universidad de la Republica, Tesis De Maestría En Producción Animal.*
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/24020/1/briano.pdf>

Brockman RP, Laarveld B. Regulación hormonal del metabolismo en rumiantes; la revisión. *Livest Prod Sci* 1986;14(4):313–34. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(86\)90012-6](https://doi.org/10.1016/0301-6226(86)90012-6).

Campos, V. F. S., Costa, S. L. F., Gionbelli, M. P., Pizzi, R. P., Marcondes, M. I., Chizzotti, M. L., Franco, P. L. (2016). Exigencias Nutricionais de Zebuinos Puros e Cruzados. BR-Corte 3 Edicao.
https://editorascienza.com.br/pdfs/br_corte_tabela_brasileira_de_exigencias_nutricionais_pt.pdf

Ciccioli, N.H; Wettemann, R.P; Spicer, L.J; Lents, C.A; White, F.J; Keisler, D.H. (2003). Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function

- and reproductive performance of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science* 81(12): 3107-3120.
- Correa, O. A., Uribe, V. L. F. (2010). La Condición Corporal Como Herramienta Para Pronosticar el Potencial Reproductivo en Hembras Bovinas de Carne. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 63 (2): 5607-5619.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v63n2/a14v63n01.pdf>
- Da Silva, A. G., Paulino, M. F., Detmann, E., Fernandes, H. J., Amorim, L. S., Ortega, R. M., De Carvalho, V. V., Da Costa Lima, J. A., De Moura, F. H., Monteiro, M. B., & Bitencourt, J. A. (2017). Energetic-protein supplementation in the last 60 days of gestation improves performance of beef cows grazing tropical pastures. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0209-x>
- Danes, M. a C., L.J. Chagas, a M. Pedroso, and F. a P. Santos. 2013. Effect of proteinsupplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. *J. Dairy Sci.* 96:407–19. doi:10.3168/jds.2012-5607.
- Dunsbea, F.R., Bell, A.W., Trigg, T.E. (1990). Body composition changes in goats during early lactation estimated using a two-pool model of tritiated water kinetics. *Sr. Nutr.* 64:121-127
- Emerick, L. L., Dias, J. C., Gonçalves, P. E. M., Martins, J. A. M., Souza, F. A., Vale, Filho. V. R., & Andrade, V. J. (2009). Retorno da atividade ovariana luteal cíclica de vacas de corte no pós-parto: uma revisão. *Rev. Bras. Reprod. Anim., Belo Horizonte*, 33 (4), p.203-212. <http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/pag203-212.pdf>

- Fernández, J. 2000. Grasa sobrepasante del rumen para dietas de vacas lecheras: cuándo emplear cuál tipo. *Alimentos balanceados para animales*, Julio-Agosto p:18-21
- Ferrando, C., Namur, P. A. (2002). *Requerimientos nutricionales de la vaca con cría al pie*. Sitio Argentino de producción animal
- Fuhrman MP, Charney P, Mueller CM (2004) Hepatic proteins and nutrition assessment. *Journal of the American Dietetic Association* 104, 1258–1264. doi:10.1016/j.jada.2004.05.213
- Grimard, B.; Humbolt, P.; Ponter, A.A.; Mialot, J.P.; Sauvant, D.; Thibier, M. (1995). Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *Journal of Reproduction and Fertility* 104 (1): 173-179.
- Hirata M.; Iwamoto, T.; Otozu, W. et al. The effects of recording interval on the estimation of grazing behavior of cattle in a daytime grazing system. *Journal of Animal Science*. v. 15, p. 745-750, 2002.
- Instituto Brasileiro de Geografia y Estadísticas [IBGE]. (2023, septiembre 21). Rebanhos e valor dos principais produtos de origem animal foram recordes em 2022. Agência de Notícias - IBGE. <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37937-rebanhos-e-valor-dos-principais-produto-de-origem-animal-foram-recordes-em-2022>
- Klein, J. L., Adams, S. M., Moura, A. F., Alves, F. D. C., Maidana, F. M., Brondani, I. L., Cocco, J. M., Rodrigues, L.D.S., Pizzuti, L. A. D., & Silva, M. B. (2021). Productive performance of beef cows subjected to different nutritional levels in the third trimester of

gestation. *Elsevier*.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731120300914>

Lamb GC. Influence of nutrition on reproduction in the beef cow herd. Saint Paul, MN: Univ of Minnesota, Dept. of Animal Science, Extension Service, 1999. 8p. (Beef cattle management update, 8)

Lazzarini, I. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 38, p. 2021- 2030. 2009

Machado, R., Correa, R. F., Barbosa, R. T., Aurelio, C. M. M. (2008). Escore da condição corporal e sua aplicação no manejo reprodutivo de ruminantes. *CIRCULAR TECNICA 57*, ISSN 1981-2086.
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/48744/1/CircularTecnica57.pdf>

Mancilla, L. E. (2002). Suplementación Estratégica De Los Bovinos A Pastoreo. *Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora*.
https://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/51suplementacion_estrategica_de_los_bovinos_a_pastoreo.pdf

Marquez, D. C., Paulino, M. F., Rennó, L. N., Villadiego, F. C., Ortega, R. M., Moreno, D. S., Martins, L. S., de Almeida, D. M., Gionbelli, M. P., Manso, M. R., Melo, L. P., Moura, F. H., & Duarte, M. S. (2017). Supplementation of grazing beef cows during gestation as a strategy to improve skeletal muscle development of the offspring. *Animal: An*

- International Journal of Animal Bioscience*, 11(12), 2184–2192.
<https://doi.org/10.1017/s1751731117000982>
- McDowell, L. R. 1996. Feeding minerals to cattle on pasture. *Anim. Feed Sci. Tech.* 60:247–271.
 doi: 10.1016/0377-8401(96)00983-2
- McGuire MA, Vicini JL, Bauman DE, Veenhuizen JJ. Factores de crecimiento similares a la insulina y proteínas fijadoras en rumiantes y su regulación nutricional. *J. Anim Sci.* 1992;70(9):2901–10. <https://doi.org/10.2527/1992.7092901x>.
- Mella Fuentes, C. 2003. Suplementacion de vacas lecheras de alta produccion a pastoreo ii. Disponible en http://www.uchile.cl/documentos/suplementacion-de-vacas-lecheras-de-alta-produccion-a-pastoreo-ii_58311_9.pdf
- Minson D.J. (1990). Forage in ruminant nutrition. Ed. Academic Press Limited.
- Moreno, D. S., Fonseca, P. M., Navajas, R. L., & Detmann, E. (2018). Performance and metabolic status of grazing beef heifers receiving increasing protein supplementation pre- and postpartum. *Researchgate*.
https://www.researchgate.net/publication/327941832_Performance_and_metabolic_status_of_grazing_beef_heifers_receiving_increasing_protein_supplementation_pre_and_postpartum
- Mulliniks JT, Kemp ME, Endecott RL, Cox SH, Roberts AJ, Waterman RC, Geary TW, Scholljegerdes EJ, Petersen MK (2013) Does b-hydroxybutyrate concentration influence conception date in young postpartum range beef cows? *Journal of Animal Science* 91, 2902–2909. doi:10.2527/jas.2012-6029

National Research Council - NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington, D.C.: [s.n.], 1996. 243p

Nogueira, M. C., Maia, L., Landim, A. F. C., & Oba, E. (2014). Considerações A Respeito Do Pós-Parto Em Bovinos. *Veterinária e Zootecnia*, 21 (1): 53-63.
<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/97bbfe9b-9105-44b0-b50d-a724f7ef3c78/content>

Paulino M.F., Detmann E., Zervoudakis, J.T. (2001). Suplementos multiplos para recia e engorda de bovinos em pastagens. IN: Simpósio de reprodução de gado de corte, 2, Viçosa. Anais... Viçosa: SIMCORTE, p. 187-233.
<https://www.simcorte.com/arquivosAnais/arquivo13>

Paulino, M.F., Detmann, E., Valente, E.L., Barros. L. (2008). Nutrición de ganado de pastoreo. "En Proc. Cuarto Symp. Strateg. Manag. pastos ", Vicosa, MG, Brasil. 131-169.

Randel, R.D. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. Juarnal of Animal Science v.68, p.853-862, 1990.

Robinson, J. J. et al. Nutrition and fertility in ruminant livestock. Animal Feed Science Technology. v. 126, n. 3-4, p. 256-276. 2006.

Roche JF. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. Anim Reprod Sci. 2006;96:282-96.

Rodrigues, L. M., Schoonmaker, J.P., Resende, F.D. et al. Effects of protein supplementation on Nellore cows' reproductive performance, growth, myogenesis, lipogenesis and intestine development of the progeny. Animal Production Science. 95:172-172, 2020.

- Rovira Molins, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Ed. Hemisferio Sur, pp.287.
- Salas, G., Herrera, J., Gutierrez, E., Ku-Vera, J.C., & Ake-Lopez, J.R. (2011). Reinicios de la actividad ovárica posparto y concentración plasmática de metabolitos lípidos y progesterona en vacas suplementadas con grasa de sobrepeso. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Vol. 14. N°2:385-393. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n2/v14n2a34.pdf>.
- Sampedro, D., Vogel, O., Celser, R. (2004). Suplementación de vacunos en pastizales naturales. Disponible en: <https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/20-suplementacion_pastizales_corrientes.pdf>. Acceso en: 2 dez. 2023.
- Selk, G.E., Wettemann, R.P., Lusby, K.S., Oltjen, J.W, Mobley, S.L., Rasby, R.J. and Garmendia, J.C. 1988. Relationships among weight change, body condition and reproductive performance of range beef cows. *J. Anim. Sci.* 66:3153-3159.
- Shalgi R, Kraicer P, Rimón A, Pinto M, Soferman N. Proteínas del líquido follicular humano: la barrera hematofolicular. *Fértil Estéril.* 1973;24(6):429–34. [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(16\)39730-8](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(16)39730-8).
- Short RE., Bellows RA., Staigmiller RB., Berardinelli JG. and Custer EE. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrous and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*, 68: 799-816.
- Silva, A. G., Fonseca, P. M., Detmann, E., Fernandez, H. J., Silva, A. L., Maza, O. R. E., Carvalho, V. V., Costa, L. J. A., Moura, F. H., Monteiro, M. B., & Bitencourt, J. A.

- (2017). La suplementación energético-proteica en los últimos 60 días de gestación mejora el rendimiento de vacas de carne que pastan en pastos tropicales. National Library of Medicine. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29026540/>
- Spitzer, J. C. Influences of nutrition on reproduction in beef cattle. In: MORROW, D. A. (Ed.). Current therapy in Theriogenology. 2. ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 1986. p. 231-234.
- Valadares Filho SC, Costa e-Silva LF, Gionbelli MP, Rotta PP, Marcondes MI, Chizzotti ML. BR-CORTE 3.0 - Nutrient requirements of zebu and crossbred cattle. 3rd Ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2016.
- Vieira, A., Lobato, J. F. P., Corrêa, E. S., De Almeida Torres, R. A., & Cezar, I. M. (2005). Produtividade e eficiência de vacas nelore em pastagem de brachiaria decumbens stapf nos cerrados do Brasil Central. Revista Brasileira De Zootecnia, 34(4), 1357-1365. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982005000400033>

11) Anexos

Anexo 1

Tratamientos



Fuente (Acevedo, 2023) - (A. Tratamiento proteico B. Tratamiento proteinado de bajo consumo, C. Mezcla mineral)

Anexo 2

Estimación de consumo y digestibilidad aparente.





Fuente (Acevedo, 2023). – (A. y B. Preparación del indicador interno (Óxido de cromo) en el cartucho e introducción vía esofágica, C. Suministro del indicador interno dióxido de titanio en los diferentes tratamientos, D. y D'. Colecta de heces, E. Pesaje de las heces)

Anexo 3 Cuantificación del forraje.

Anexo 3

Cuantificación del forraje.



Fuente (Acevedo, 2023) - (A. Lanzamiento del cuadrado metálico, B. Corte del material vegetal).

Anexo 6

Evaluación de desempeño de vacas y terneros.



Fuente (Acevedo, 2023). – (A. Evaluación del ECC, B. Pesaje de la vaca, C. Pesaje del ternero).

Anexo 7

Manejo del ternero recién nacido.



Fuente (Acevedo, 2023) - (A. Curación del ombligo, B. Aplicación de desparasitante).