

Caracterización, diagnóstico y tratamiento sistemático y generalizado de la triada suelo – planta – animal, y su impacto productivo en una ganadería bovina del trópico bajo nortesantandereano.
Trabajo de grado

Litzay Karina Montagut Carrillo

Código: 1090177284

Programa de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad de Pamplona

MV, MSc, PhD Pablo Eduardo Ocampo Ortiz

2023

Tabla de contenido

Introducción.....	6
Actividades desarrolladas en el sitio de pasantía.....	13
Resumen	17
Abstract	18
Objetivos.....	20
Objetivo general	20
Objetivos específicos	20
Marco teórico.....	20
Suelos.....	21
Pasturas	25
Nutrición del ganado lechero	29
Planteamiento del problema	32
Material y métodos.....	36
Lugar.....	36
Diseño experimental.....	39
Análisis de suelos	40
Aforo de praderas	41
Análisis químico completo de forraje verde Mombaza.....	43
Ionograma y hemoleucogramas	46

Mantenimiento del potrero Laguna 8	47
Resultados.....	48
Animales pre tratamiento y post tratamiento	48
Aforo de praderas	53
Suelos.....	54
Forraje verde Mombaza	55
Discusión	57
Conclusiones.....	65
Referencias	67
Anexos.....	71

Tabla de figuras

Figura 1. Entrada principal de la Ganadería Las Acacias	7
Figura 2. Instalaciones de la finca Las Acacias	8
Figura 3. Sistema de ordeño mecánico.....	9
Figura 4. Concentrado suministrado a vacas de raza Girolando en ordeño	9
Figura 5. Concentrado suministrado a vacas de otras razas en el ordeño	10
Figura 6. Sal mineral suministrada a vacas en producción lechera	11
Figura 7. Sal mineral suministrada a ganado de levante y ceiba	12
Figura 8. Tipo de suelo característico de la finca.....	34
Figura 9. Localización satelital de la Ganadería “Las Acacias”.....	36
Figura 10. Localización satelital del potrero “Laguna 8” seleccionado para el estudio	37
Figura 11. Mapa de distribución de potreros de finca Las Acacias	38
Figura 12. Estado del potrero “Laguna 8” con hembras Girolando.....	38
Figura 13. Representación gráfica del diseño experimental.....	39
Figura 14. Toma de muestras para el análisis de suelo	41
Figura 15. Aforo #1 en potrero Laguna 8.....	42
Figura 16. Patrón de muestreo para la selección de submuestras de pasto	45
Figura 17. Toma de muestra para análisis químico de pasto Mombaza	45
Figura 18. Tubo tapa lila EDTA para hemoleucograma	46
Figura 19. Tubo con gel separador tapa amarilla para ionograma.....	47
Figura 20. Proceso de limpieza del potrero laguna 8.....	47
Figura 21. Comparativo de resultados de ionogramas entre el grupo 1 y 2	50
Figura 22. Fotografía tomada en el potrero Laguna 8 posterior a mantenimiento y descanso.....	56

Lista de tablas

Tabla 1. Suministro de concentrado implementado en “Las Acacias”	12
Tabla 2. Suministro de sal mineral implementado en “Las Acacias”	13
Tabla 3. Tipo de malezas encontradas en el potrero “laguna 8”	33
Tabla 4. Peso de crías nacidas en la población objetivo del estudio	34
Tabla 5. Hemoleucogramas comparativos entre los dos grupos testeados	49
Tabla 6. Tratamiento instaurado al grupo 2 seleccionado para el estudio	53
Tabla 7. Peso al nacer de novillas del grupo 2 post tratamiento	52
Tabla 8. Pesaje de leche de novillas Girolando Grupo 2 post tratamiento	53
Tabla 9. Pesaje de submuestras tomadas para el aforo de praderas	52
Tabla 10. Resultados de analisis de suelos realizados por Agrosavia	51
Tabla 11. Resultados de analisis realizado al pasto Mombaza	51

Introducción

La Universidad de Pamplona cuenta con el programa de Medicina Veterinaria el cual se ha encargado de formar profesionales íntegros, debido a que la institución educativa posee educadores sobresalientes en su ámbito laboral y personal. Durante el décimo semestre se realiza la pasantía práctica empresarial o de investigación, la cual tiene como finalidad optar por el título de médico veterinario, para ello, el estudiante en su sitio de práctica profesional, actúa y decide con criterio propio el posible abordaje más conveniente para preservar la salud animal desde la perspectiva de la medicina preventiva o curativa, es por esto que, el perfil profesional de un médico veterinario es muy amplio, teniendo como habilidades y destrezas la elaboración de planes sanitarios, planes de bioseguridad de acuerdo a las necesidades específicas para cada una de las especies animales, etología y manejo animal, genética, nutrición y reproducción, también, el diagnóstico, control y tratamiento de enfermedades, por último y más importante la profesionalización y preparación constante para ofrecer lo mejor a sus pacientes y su entorno.

En el presente trabajo de grado se describe con precisión cada una de las actividades realizadas durante el periodo que comprende entre el 01 de febrero hasta el 01 de junio del presente año en el lugar establecido como sitio de pasantía llamado “Ganadería de cría Las Acacias”. por otro lado, se desarrolló un trabajo experimental con el fin de resolver una problemática que se presenta en dicha finca. Finalmente se culminó el proceso de formación como estudiante de medicina veterinaria para optar al título de profesional en Medicina Veterinaria con enfoque en producción de grandes animales, con énfasis en bovinos.

Descripción del sitio de pasantía – Ganadería de cría Las Acacias

Figura 1

Entrada principal de la Ganadería Las Acacias



Nota. Fotografía tomada en la entrada del sitio de pasantía. Fuente: Montagut (2023).

La ganadería de cría Las Acacias se encuentra ubicada en la vereda Oripaya vía Puerto Santander, kilómetro 17 en el departamento de Norte de Santander. Esta es de propiedad del señor Gerson Hernández y dirigida por la médica veterinaria Karina Meneses quien es egresada de la Universidad de Pamplona y cumple sus funciones como profesional encargada.

Las Acacias, funciona como un sistema de producción doble propósito (leche y ceba), contando con unas instalaciones adecuadas como lo es la vaquera, módulos de ordeño mecánico, bretes para facilitar el manejo de animales, corrales para la disposición de animales cuando sea necesario, todo esto para el correcto funcionamiento de la producción como se refleja en la figura 2.

Figura 2*Instalaciones de la finca Las Acacias*

Nota. Instalaciones de la finca. Fuente: Montagut (2023).

Por otro lado, cuenta con 300 hectáreas de terreno distribuidas en 20 potreros para cada etapa productiva.

Teniendo en cuenta lo anterior, la finca posee en total 226 cabezas de ganado, entre ellos lote de levante (77), lote de ceba (30), lote de vacas horras (66), lote de hembras en fase de secado (5), toros reproductores (2), lote de maternidad (1 próxima), lote de terneros (17) y lote de vacas en ordeño (28), de razas Gyr, Girolando, Bramshire y mestiza.

Allí se maneja un sistema de ordeño mecánico implementado para las 28 vacas en total dando inicio a las 4 de la mañana, como se refleja en la figura 3, también se implementa otro ordeño a las 4 de la tarde, esto con el fin de sosegar las hembras indóciles recién paridas y brindarles un lapso de tiempo necesario para ingerir nuevamente su alimento y poder dar inicio al segundo ordeño.

Figura 3

Sistema de ordeño mecánico



Nota. Fuente: Montagut (2023).

Actualmente se realiza una transición de raza Gyr y mestiza a raza Girolando con el fin de alcanzar una mayor producción lechera en donde se incluyeron aproximadamente 25 novillas de raza Girolando con un peso entre 330 a 350 kg, estas se enviaron a los potreros correspondientes llamados “*Lagunas*” junto con el toro reproductor de raza Gyr para realizar monta natural. Con relación a las hembras que culminan su etapa gestacional, estas ingresan al lote de ordeño con suministro de concentrado vaca 20 de la casa comercial ITALCOL, en dos raciones cada una de 2 kilogramos por día, la cual se evidencia en la figura 4.

Figura 4

Concentrado suministrado a vacas de raza Girolando en ordeño



Nota. Este suplemento alimenticio se suministra a vacas en ordeño que superan los 15 litros x día. Fuente: ITALCOL (2023).

Con relación a lo anterior, este concentrado solo se suministra a animales cuya producción lechera supera los 15 litros/día, teniendo en cuenta que algunas de estas producen hasta 20 litros de leche diarios destinados para la venta comercial. Cabe destacar que las vacas de raza Girolando se separan de las crías una vez nacen, por lo tanto, estas se ordeñan sin ternero.

Para las demás vacas en ordeño de raza Gyr y mestizas que producen menos de 10 litros x día se les suministra 1 kilogramo de concentrado cremosa FD de la casa comercial ITALCOL reflejada en la figura 5.

Figura 5

Concentrado suministrado a vacas de otras razas en el ordeño



Nota. Este suplemento alimenticio se suministra a vacas con una producción lechera baja, ya que un mayor porcentaje de estas cuentan con su cría de 1 a 10 meses. Fuente: ITALCOL (2023).

Durante la jornada de la tarde a este lote de ordeño se les suministra una mezcla como suplemento alimenticio a base de melaza, salvado de trigo y sal mineral de la casa comercial ITALCOL ilustrada en la figura 6, esto con el fin de aportar mega calorías y minerales en su dieta y así lograr incrementar su índice productivo.

Figura 6

Sal mineral suministrada a vacas en producción lechera



Nota. Este suplemento aporta minerales en buena cantidad como el Sodio (30.44%), Calcio (15%), Fósforo (8%), Magnesio (0.4%), Azufre (8%). Fuente: ITALCOL (2023).

Los lotes de levante y ceba se encuentran dispuestos en los potreros disponibles de la finca implementando el sistema de pastoreo rotacional, este se lleva a cabo cada 3 días ayudando a mitigar la degradación de las praderas consumidas y también para ofrecer el descanso que requiere el suelo para evitar la compactación, pérdida o disminución de su fertilidad. Los pastos que se manejan en esta finca son: *Brachiaria* (*Brachiaria brizhanta marandú*), Mombaza (*Panicum maximun*) y Estrella (*Cynodon plectostachyus*).

Para estos dos lotes de levante y ceba se les suministra sal mineral proteinada con un 20% de proteína cruda de la casa comercial ITALCOL la cual se refleja en la figura 7, esto con el fin de mejorar la digestibilidad y permitir una mayor ganancia de peso.

Figura 7

Sal mineral suministrada al ganado de levante y ceba



Nota. Fuente: ITALCOL (2023).

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Tabla 1 y Tabla 2 se reflejan las raciones totales de concentrado y sal mineral suministrada a todos los lotes de ganado implementado para mayor ganancia de peso y aprovechamiento energético.

Tabla 1

Suministro de concentrado implementado en “Las Acacias”

# animales	Lote de ganado	Ración/animal	Nombre comercial	Kg concentrado en total
10	Vacas en producción >15 litros	4 kg x vaca	Vaca 20 ITALCOL	40 kg diarios
16	Vacas en producción < 8 litros	1 kg x vaca	Cremosa FD ITALCOL	16 kg diarios
3	Terneros	400 gr x ternero	Super terneras ITALCOL	1.200 gr diarios

Nota. Fuente: Ganadería de cría “Las Acacias” (2023).

Tabla 2*Suministro de sal mineral implementado en “Las Acacias”*

# animales	Lote de ganado	Ración/animal	Nombre comercial	Kg de sal mineral en total
28	Vacas en ordeño	110 gr x vaca	Italsal trópico 8%	3 kg diarios
66	Vacas en horro	110 gr x vaca	Italsal trópico 8%	7,2 kg diarios
77	Novillos levante	90 gr x novillo	Italsal Pc 20	7 kg diarios
30	Machos ceba	100 gr x animal	Italsal Pc 20	3 kg diarios

Nota. Fuente: Ganadería de cría “Las Acacias” (2023).

Por último, Las Acacias cuenta también con un aprisco en donde hay aproximadamente 40 cabras, un criadero de aproximadamente 60 mini pigs y un criadero de equinos que cumplen funciones de trabajo, servicio de monta y exposición.

Actividades desarrolladas en el sitio de pasantía

Durante el tiempo transcurrido en la ganadería de cría Las Acacias se lograron abarcar aspectos referentes al manejo interno de la empresa y su organización. Una vez se hizo la contratación de la Doctora encargada, se dio inicio a la recopilación de información general del estado actual de la finca y se llevó a cabo la implementación de registros y formatos para lograr una estructuración más sólida del trabajo realizado por cada uno de los trabajadores, para ello se implementaron registros de nacimientos de terneros a través de monta natural y por medio de transferencia de embriones, inventario de medicamentos en su totalidad cada ocho días, pesaje y registro semanal de la producción lechera, registro de tratamientos instaurados a cada animal enfermo durante el tiempo de estadía, registro de vacunación, desparasitación y baños insecticidas, y por último se creó una bitácora donde se plasmaban todo tipo de actividades

realizadas diariamente; esto se llevó a cabo ya que la finca no contaba con una buena administración y recopilación de información.

Por otro lado, junto con la Doctora Karina Meneses se crearon tres protocolos de gran importancia para resultados óptimos en la producción, esto con el fin de instruir a los operadores y evitar que la salud animal sea afectada por falla humana; dichos protocolos fueron: buenas prácticas de ordeño, manejo de vacas en el pre y post parto y manejo del recién nacido.

En cuanto a las buenas prácticas de ordeño se orientó sobre la importancia del test de california mastitis, siendo esta una prueba fácil, rápida y sencilla de realizar para la detección de mastitis subclínica; en este caso el ordeño mecánico daba inicio las 4 de la mañana con el encendido de los equipos previamente lavados y desinfectados, cada vez que ingresaba un animal a su respectivo equipo, el operador debía seguir unas pautas establecidas como lo es el lavado y desinfección de manos con jabón yodado al 7% para evitar una contaminación cruzada, seguidamente realizaba el lavado de pezones con agua, secado con servilletas y posteriormente el despunte, una vez realizado esto, se efectúa el pre sellado con un producto llamado Oxycide o Theratrane GEA 5000 AG, se ordeñaba cada animal durante 5 minutos y por último se implementaba el post sellado con GEA Armor o Theratrane GEA 5000 AG, este procedimiento se llevaba a cabo en vacas que no contaban con ternero al pie, siendo un factor clave para la prevención de mastitis, ya que estos productos crean una barrera protectora contra microorganismos Gram positivos y Gram negativos.

En cuanto al segundo protocolo de prevención instaurado en la finca, fue para las hembras en el periodo de pre y post parto, evitando cualquier tipo de alteración en el organismo durante el periodo de transición como lo podría ser una retención placentaria, distocia o incluso una enfermedad metabólica que pueda conllevar a la muerte del animal. El protocolo constaba de

lo siguiente:

- Aplicación de Gluconato de Calcio vía IM a dosis de 20 ml distribuidas en 10 ml en cada anca, 5 dosis cada 3 días.
- Suministro de 1 kilo de concentrado diario 20 días antes del parto
- Tener en cuenta el llenado de la ubre, esto es indicativo de que la vaca esta próxima al parto
- Una vez inicia el proceso de parto, vigilar minuciosamente que no se presente ninguna complicación que pueda comprometer la vida de la madre y la cría
- Inmediatamente después del parto suministrar cualquier tipo de suero oral diluido en 2 litros de agua con melaza, en este caso, se suministró un suplemento mineral a base de Bicarbonato de Sodio, Cloruro de Sodio, Cloruro de Potasio, Sulfato de Magnesio, Propianato de Calcio, Niacina y Vitamina A, E y D3 denominado (Nutridrench®), este se utilizaba para rehidratar y suplir pérdidas ocasionadas durante el parto.
- Administrar 250 ml de (Calsyn®) Principio Activo: Fosfato Bicalcico, Calcio, Fósforo, Vitamina D3, A, B1, B2, B3, B6, B12, siendo este un suplemento vitamínico remineralizante que suplirá las pérdidas durante el parto principalmente de Calcio y Fósforo.
- Vigilar que la placenta sea expulsada completamente de lo contrario se deberá administrar oxitocina vía IM a una dosis mínima.
- Monitorear la temperatura de la madre y de la cría durante las siguientes horas después del parto.

Con relación al manejo del recién nacido se llevó a cabo el siguiente protocolo de base para cada uno:

- Extraer o succionar los líquidos a nivel de las fosas nasales asegurándose de que pueda respirar perfectamente.
- Corte y curación del ombligo con Complejo de yodo polietilenoxi, (Tintura de yodo®), siendo este un potente antiséptico para la curación de heridas.
- Asegurarse de que ingiera la mayor parte del calostro durante las primeras horas de vida.
- Aplicación de la vacuna Bacterina bobita F10 para la prevención de Neumoenteritis y poliartritis infecciosa a una dosis de 2 ml vía subcutánea.
- Suministrar 20 ml de (Calsyn®) vía oral.

Así mismo, se dio asistencia a urgencias veterinarias presentadas en campo, llevando a cabo la instauración de tratamiento médico a animales de diferentes especies como caprinos, porcinos, equinos y bovinos que lo requerían en el momento prevaleciendo siempre el bienestar animal.

En consecuencia, se llevó a cabo el ciclo de vacunación para animales menores de dos años contra la fiebre aftosa, para ello se hizo la solicitud al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) quienes enviaron un funcionario a realizar dicha vacunación, la función como pasante en esta eventualidad era realizar una vigilancia minuciosa del trabajo del vacunador, principalmente que se hiciera el cambio de aguja por animal y observar que su trabajo cumpla con los requerimientos sanitarios.

También, se realizaron trabajos de manejo sanitario preventivo como lo es la vermifugación, vitaminización, la implementación de orejeras insecticidas, por otro lado, se realizaba el pesaje de animales de ceba para venta, la rotación de potreros de animales de levante y ceba con compañía del operador, y también se suministraba el alimento a través de nodrizas a terneros recién nacidos ya que son separados de sus madres para dar ingreso al sistema de

ordeño.

Por último, se instauró un protocolo de bioseguridad, ya que no se tenía un control establecido en cuanto al manejo de animales enfermos ni de aquellos que tenían procedencia desconocida, para esto se dio apertura a un corral de cuarentena en donde se debían trasladar todos los animales que ingresaban de diferente lugar sin haberse realizado análisis sanguíneos previamente, también se dio apertura a un corral de enfermería en donde debían permanecer los animales con tratamiento médico, esto para evitar un posible contagio masivo, finalmente se inició con el corral de maternidad para trasladar las hembras en gestación próximas al parto.

Resumen

El presente trabajo de investigación durante la pasantía práctica empresarial se realizó en la Ganadería de cría Las Acacias ubicada en la vereda Oripaya vía Puerto Santander, kilómetro 17 en el departamento de Norte de Santander. Dicha investigación se basó principalmente en la importancia de la relación suelo-planta-animal y en la determinación mineral en novillas Girolando de alta genética, siendo esta una raza con excelentes resultados en producción lechera y una buena rusticidad adaptándose a cualquier clima. Para lograr esto, se abarcaron múltiples factores que podían interferir en la estabilidad nutricional de estos animales, uno de ellos fue principalmente el área donde permanecieron la mayor parte del último tercio de gestación, para esto, a través de una investigación de tipo cualitativa y por medio de criterios de inclusión se seleccionaron en el grupo 1, 10 novillas en gestación avanzada, este criterio fue específicamente la baja condición corporal 2/5 para el tiempo gestacional en el que se encontraban, también se priorizaron los recién nacidos que presentaban una condición corporal 2/5 que anteriormente habían nacido de otros partos impropios del estudio actual, se dio inicio con una toma de 10 muestras para hemoleucogramas y 10 muestras para ionogramas.

Por otro lado, al evidenciar el potrero en subóptimas condiciones en donde permanecieron este lapso de tiempo, se llevó a cabo 1 toma de muestra para análisis químico de suelo y 1 muestra para análisis químico completo de forraje verde, esto para conocer los valores de los componentes orgánicos y así poder determinar la disponibilidad de nutrientes, específicamente de macrominerales y microminerales consumidos a través del pasto Mombaza disponible en este potrero, siendo este un aporte de gran importancia para la etapa gestacional en ganado bovino, esto se logró con la asesoría de la Corporación colombiana de investigación agropecuaria (Agrosavia) quienes brindaron la mejor información para la toma y envío de muestras al laboratorio principal en el departamento de Cundinamarca.

Para lograr una solución a dicha problemática, se seleccionó el grupo 2 de 5 novillas Girolando post tratamiento, las cuales en el tiempo de ejecución del estudio contaban con 8 meses de gestación, por ende, se logró instaurar un tratamiento previo a la fecha de parto logrando con esto, obtener respuesta al protocolo instaurado y así poder evidenciar los resultados teniendo como prioridad la ganancia de peso obtenida, la condición corporal de las crías al nacimiento, índices productivos y reproductivos, realizando el chequeo nuevamente a través de hemoleucogramas e ionogramas, también se optó por la recuperación del potrero iniciando con la erradicación de malezas invasivas por medio de la fumigación, luego se da un tiempo de descanso para seguidamente fertilizar y con esto, poder evidenciar si el crecimiento de pasto es el esperado y así determinar si es un potrero apto para el destino de animales en cualquier etapa productiva.

Palabras clave: Girolando, relación suelo-planta-animal, Mombaza, macrominerales.

Abstract

The present research work during the business practice internship was carried out at the

Las Acacias breeding farm located in the Oripaya village via Puerto Santander, kilometer 17 in the department of Norte de Santander. This research was mainly based on the soil-plant-animal relationship and mineral determination in Girolando heifers of high genetics, this being a breed with excellent results in milk production and good rusticity adapting to any climate. To achieve this, there were multiple factors that affected the nutritional stability of these animals, one of which was mainly the area where they remained for most of the last third of gestation, for this, through qualitative research and through Inclusion criteria were selected in group 1, 10 heifers in advanced gestation, this criterion was specifically the low body condition 2/5 for the gestational time in which they were found, newborns who presented a body condition 2/5 were also prioritized. 5 that had previously been born from other deliveries inappropriate for the current study, began with a collection of 10 samples for hemoleukograms and 10 samples for ionograms. On the other hand, when evidencing the pasture in suboptimal conditions where they remained this period of time, 1 sample was taken for chemical analysis of soil and 1 sample for complete chemical analysis of green forage, this to know the values of the organic components and thus be able to determine the availability of nutrients, specifically of macrominerals and microminerals consumed through the Mombaza grass available in this paddock, this being a contribution of great importance for the gestational stage in cattle, this will be modified with the advice of the Colombian Agricultural Research Corporation (Agrosavia) who provided the best information for taking and sending samples to the main laboratory in the department of Cundinamarca. To achieve a solution to this problem, group 2 of post-treatment Girolando heifers was selected, which at the time the study was carried out had 8 months of gestation, therefore, it will be perfected to establish a treatment prior to the calving date, achieving with this, obtain a response to the established protocol and thus be able to demonstrate the results, taking as a priority the

weight gain obtained, the body condition of the pups at birth, productive and reproductive indices, performing the check again through a hemoleukogram and ionogram, as well It was decided to recover the paddock, beginning with the eradication of invasive weeds through fumigation, then a rest time is given to then fertilize and with this, to be able to demonstrate if the grass growth is as expected and determine if it is a paddock. suitable for the destination of animals at any productive stage.

Keywords: Girolando, soil-plant-animal relationship, Mombaza, macrominerals.

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar, diagnosticar e implementar un tratamiento sistemático con relación a la triada suelo – planta – animal mejorando los índices productivos en la ganadería “Las Acacias”.

Objetivos específicos

Analizar la calidad del suelo mediante un estudio físico-químico de potreros destinados a vacas Girolando en gestación.

Determinar por medio de un análisis químico completo, la composición mineral presente en el pasto *Mombaza* destinado para el consumo diario de las hembras gestantes.

Precisar el estado clínico de vacas Girolando gestantes mediante exámenes sanguíneos (ionogramas y hemoleucogramas).

Marco teórico

La producción de ganadería lechera en la región Caribe Colombiana cuenta con un rol importante en la economía del país aportando un gran volumen de sus productos al mercado colombiano; para esto muchos de los productores primarios se deben enfrentar a la competitividad diaria para la sostenibilidad productiva. Por otro lado, existen también muchos

factores que obstaculizan el avance en la producción lechera como lo es la disminuida capacidad productiva de los suelos; esta baja productividad es originada por actividades como lo es el sobrepastoreo, deforestación, y cultivo, generando consecuencias indeseables para la calidad del suelo ya que genera pérdida en su estructura, baja la capacidad de infiltración de agua, se aumenta la compactación, se reduce la actividad biológica y el desarrollo de las raíces en las plantas se vuelve deficiente (Martínez, et al., s.f.). Por consiguiente, es imperativo conocer los componentes fundamentales que intervienen en la relación suelo – planta – animal.

Suelos

En los sistemas de producción lechera, el suelo, siendo la base de la planta puede afectar directamente su crecimiento y composición involucrando directamente la cantidad y calidad de pasto que se cultiva allí, al comprometerse estos dos factores importantes para la nutrición, se verá afectada la producción y composición del animal, por esto, al interrumpirse la relación suelo – planta – animal, los resultados esperados por el productor serán subóptimos, ya que también, el animal en cualquier tipo de sistema de pastoreo tiene un efecto directo sobre el pasto y el suelo, por ende, se debe enfatizar en la estrecha relación de los mismos (Loteró, s.f.). También es de relevancia el pisoteo constante de los animales ya que compactan el suelo, reducen la aireación e infiltración de agua y esto conlleva a que se afecten directamente las plantas y por consecuencia los animales que las consumen (Chicaiza y Jinez, 2021).

De igual forma, entre los factores que pueden afectar esta relación se destaca el desconocimiento sobre la fertilidad y manejo de los suelos junto con los requerimientos nutricionales de las especies forrajeras implementadas en la zona, con el fin de poder suplir al animal con alimento de calidad (Loteró, s.f.); por lo que un suelo de buena calidad, es aquel del que se pueden obtener cultivos sanos y de muy alto rendimiento, generando el menor impacto

negativo sobre el ecosistema (Abi, 2012); para lograr esto, se hace hincapié en el uso de la fertilización adecuada de los pastos, ya que es probablemente, la práctica cultural que ofrece resultados presurosos para aumentar la cantidad y calidad de los forrajes (Loterio, s.f.).

Teniendo en cuenta lo anterior, el suelo presenta unas propiedades físicas que son necesarias de conocer por las personas involucradas directamente en el uso de la tierra para cultivos en la ganadería lechera; Rucks et al., (2004) menciona que, las condiciones físicas del suelo determinan tanto la rigidez y la fuerza del sostenimiento, capacidad de drenaje, facilidad en la penetración de las raíces, almacenamiento de agua y retención de nutrientes. Chicaiza y Jinez en (2021) mencionan que, estas propiedades se pueden observar a simple vista, oler o también, se pueden reconocer al tacto, también destacan y mencionan las propiedades más importantes que son las siguientes:

- **Estructura:** esta es la propiedad indicativa de la “salud del suelo”, puede determinarse si un suelo es bueno cuando hay una mezcla de microporos y macroporos, estos son partículas presentes en el suelo de diferentes tamaños encargadas de la toma de agua, drenaje y almacenamiento de agua. Estas partículas se relacionan con la cantidad y la velocidad del agua/aire acumulado o penetrado en el suelo.
- **Color:** este indicador refleja si el suelo es rico en materia orgánica, también puede determinar si se presenta una acumulación de agua o si el suelo está bien aireado.
- **Permeabilidad:** esta es la capacidad que posee el suelo para permitir el paso de agua sin que altere toda su estructura interna. Se reporta que, una de las características más importantes de esta propiedad es el “drenaje” ya que indica la velocidad con la que los suelos pueden volver al estado original posterior a una lluvia.

Chicaiza y Jinez en (2021) reportan que, el suelo presenta unas propiedades químicas

clasificadas de la siguiente manera:

- **Acidez o pH:** puede afectar directamente los microorganismos presentes en el suelo y la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, ya que en un suelo ácido, las raíces absorben muy poca cantidad de nutrientes y disminuye notablemente la cosecha.
- **Fertilidad:** se encuentra el mayor contenido de nutrientes que necesitan las plantas para su correcto desarrollo, allí se presencian los macronutrientes y micronutrientes esenciales.
- **Capacidad de intercambio de cationes:** Este se refiere a la cantidad total de cationes que un suelo puede absorber por el fenómeno de intercambio de cationes, se dice que a mayor capacidad de intercambio mayor potencial de fertilidad del suelo (Loterio y Ramón, 2021).
- **Macronutrientes:** se encuentran en grandes cantidades en el suelo, estos son esenciales para el crecimiento de las plantas. Los más destacados son: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Magnesio (Mg).
- **Micronutrientes:** estos elementos se requieren en menor cantidad, pero son indispensables para las plantas, ya que su carencia o deficiencia puede conllevar a trastornos fisiológicos. Estos son: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl), Azufre (S).

La composición del suelo se basa principalmente en una mezcla de organismos vivos, 15 % minerales, 5 % de materia orgánica, 25% agua y 25% aire (Olivera Sánchez y Avellaneda Torres, 2018). El suelo se compone principalmente por dos tipos de coloides: coloide mineral como la arcilla y el coloide orgánico denominado humus; Chicaiza y Jinez (2021) mencionan que, los coloides son el componente más importante presente en el suelo; estos son partículas minerales

que se caracterizan por tener cargas positivas y negativas, los minerales con carga positiva dado al exceso de protones se denominan álcalis o cationes y son los siguientes: amonio, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc y cobre; y aquellos con carga negativa por el exceso de electrones se denominan aniones y algunos de ellos son: nitrato, ácido fosfórico, sulfato, ácido bórico y molibdato.

El suelo provee todos los elementos requeridos por las plantas para su crecimiento: el agua y todos los elementos minerales. En la mayoría de casos, si el nivel de estos elementos, especialmente el Nitrógeno y Fósforo o su disponibilidad no son suficientes, el crecimiento de las plantas disminuye notablemente; por otro lado, hay suelos en los cuales el contenido excesivo de algunos elementos minerales son tóxicos para las plantas y por consecuencia para los animales que lo ingieren (Perdomo, 1967).

En tanto, la materia orgánica del suelo conformada por microorganismos, restos de madera, ramas y hojas pequeñas, y el humus (materia orgánica casi invisible) se forma con la descomposición vegetal y animal; este tiene la función de dar el color oscuro al suelo y también de poder atraer minerales del suelo hacia la superficie mediante adsorción (FAO, 1996). La materia orgánica del suelo puede almacenar grandes cantidades de agua y ofrecer un gran aporte de minerales; esto es muy importante para la fertilidad ya que, desde ella, los microorganismos que viven en el suelo, liberan nutrientes para las plantas, enriqueciéndolas para que sean un gran aporte nutricional para los animales (INIA, 2015).

Otras funciones y beneficios que posee esta, es la de contribuir a la productividad del suelo, también actúa como depósito de nutrientes, aumenta la capacidad de intercambio de cationes, contribuye a mejorar la estructura del suelo, también logra proteger el suelo contra los cambios bruscos de pH (Toledo et al., 2017).

Las plantas utilizan el agua disponible en el suelo para poder mantener sus tejidos, realizar procesos como la fotosíntesis, respiración, transporte de nutrientes, disolución de minerales y materia orgánica, para que estos sean captados más fácilmente por las plantas, por ende, la carencia del agua disponible detiene el crecimiento de las mismas, incluso pueden marchitarse y morir; por otro lado, el aire, siendo la fuente de Nitrógeno que ayuda a transformar las bacterias, se puede desplazar en presencia excesiva de agua conllevando a que el aporte de oxígeno indispensable para el proceso de respiración de las raíces se vea afectado e impida que las plantas reciban el aporte aprovechable para su crecimiento y mantenimiento (FAO, 1996).

Pasturas

América Latina y el Caribe tropical se caracteriza por la abundancia de recursos forrajeros, lo que hace que la ganadería bovina sea tradicionalmente una de las principales actividades productivas. Sin embargo, Rua (2015) menciona que, a pesar de esta abundancia de recursos forrajeros, la ganadería de los trópicos latinoamericanos enfrenta graves problemas relacionados con la cantidad, calidad y productividad de las pasturas, en particular durante las épocas de sequías prolongadas. Los sistemas de producción lechera en Colombia se basan en el pastoreo. La pastura es el principal componente de la ración de la vaca, por lo cual su uso y productividad son fundamentales para determinar la competitividad de la producción de leche (Evangelista y Fornaguera, s.f.).

Las plantas emplean energía solar, el anhídrido del aire, el agua y los minerales para formar sus tejidos, también actúa a su vez como fuente de recursos para el suelo, abasteciéndolo de materia orgánica y minerales como la descomposición de parte aérea y raíces, estos tejidos vegetales le proveen al animal todos los requerimientos nutritivos para mantener una homeostasis en el organismo y ayuda a mantener sus procesos productivos (Perdomo, 1967).

Por otra parte, Lotero, (s.f.) menciona que, el suelo proporciona elementos necesarios para el crecimiento del forraje verde de las praderas, primordialmente el agua y nutrientes como macrominerales y microminerales los cuales son: Carbono (C), Hidrogeno (H), Oxigeno (O), Nitrógeno (N), Fósforo (F), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Boro (B), Zinc (Zn), Molibdeno (Mo) y Cloro (Cl).

Vendramini et al., en (2014) reporta que, en la mayoría de los sistemas de producción forrajeros, los nutrientes esenciales requeridos por las plantas para su crecimiento, son proporcionados por diferentes depósitos en el ecosistema, también menciona que, estos depósitos de gran importancia que se encuentran involucrados en el ciclo de nutrientes en los sistemas forrajeros son la materia orgánica del suelo (MOS), la biomasa vegetal viva, residuos vegetales y excrementos de animales.

Una vez que los nutrientes son absorbidos por las plantas, ingresan y forman parte permanente de ellas al combinarse con sustancias orgánicas formadas durante los procesos metabólicos como la fotosíntesis y la respiración; uno de estos nutrientes como el potasio, permanece en solución dentro de la planta (Lotero, s.f.). La mayoría de las consideraciones señalan que alrededor del 25% de nitrógeno (N), el 20 % de fósforo (P) y el 15 % de potasio (K) contenidos en los forrajes consumidos por bovinos en pastoreo, son retenidos en diversos procesos metabólicos de su organismo; cabe destacar que, alrededor del 75% de N, el 80 % de P y el 85 % de K pasan a través del animal y son excretados en orina y heces (Vendramini et al., 2014); la retención de nutrientes en el tejido corporal del ganado y la exportación de nutrientes a través de la carne o la leche generalmente representan alrededor del 30% del total de nutrientes ingeridos por el ganado, por lo tanto, la mayoría de los nutrientes ingeridos regresan al pasto a través de las excretas (Wilkinson y Lowrey, 1973, citado en Vendramini et al., 2014).

En vista de que los pastos constituyen la fuente de nutrientes disponible más económica para los rumiantes, se deben emplear al máximo en su alimentación; esta posibilidad depende de la cantidad de materia seca ingerida y de su valor nutritivo, ya que, para obtener resultados óptimos en los diferentes tipos de explotación pecuaria, es de vital importancia procurar que los animales consuman la mayor cantidad posible de un forraje rico en nutrientes y de alta digestibilidad, la cantidad de pasto que puedan ingerir dependerá de su palatabilidad y disponibilidad (Loterio, s.f.).

Por otro lado, Comastri en (2022) indica que, los requerimientos nutricionales de las vacas en lactación son superiores a los de los bovinos en crecimiento; además, la producción de leche refleja cualquier variación en el valor nutritivo de la dieta con mayor precisión que los cambios del peso corporal; por ende, se hace énfasis en el mejoramiento de la calidad y la cantidad del forraje disponible en las pasturas, también indica que, el elevado potencial de producción de forraje de las gramíneas tropicales, puede ser usado para aumentar los niveles de desarrollo animal con innumerables ventajas.

En Colombia, la producción ganadera doble propósito depende principalmente de los tipos de pastos disponibles, esto se debe a que muchos de los pastos nativos son muy pobres en valor nutritivo y por esto, no son aptos para el engorde del ganado y por lo tanto la producción tendrá un valor subóptimo (Agrocampo, 2021).

La especie *Panicum maximum* o guineas es una de las más importantes para la producción de ganado en las regiones de clima tropical y subtropical, abarcando una gran importancia en sistemas intensivos de producción lechera (Comastri, 2022). Una de las especies más predominantes es la *Panicum maximun cv. Mombaza* siendo una gramínea tropical perenne de porte alto, que se desarrolla principalmente en macollas aisladas y pueden alcanzar hasta tres

metros de altura (Catie et al s.f., citado en Rodríguez, 2009); posee un amplio rango de adaptación desde el nivel del mar hasta los 1.800 m.s.n.m, crece bien bajo suelos de alta fertilidad y soporta niveles moderados de sequía por su gran sistema radicular (Rodríguez, 2009). Con relación al suelo, esta gramínea se puede establecer en suelos con pH de 5,0 - 7,5 y puede soportar encharcamientos temporales, se adapta a alturas entre 0 – 1600 m.s.n.m. y resiste largos períodos de sequía, pudiendo permanecer en temperaturas desde 18 - 27°C (Toledo et al., 2017).

Con referencia a la calidad nutricional se reporta que es buena, la digestibilidad in vitro de la materia seca es del 70%, el contenido de proteína puede variar entre el 8 y el 22% a altura de pastoreo, pero se recomienda hacerlo cuando alcanza entre 60 y 80 cm, siendo aprovechable hasta los 20 cm (Catie et al s.f., citado en Rodríguez, 2009). Esta especie de forraje requiere principalmente de fertilización para el mantenimiento, se debe aplicar un fertilizante a base de Nitrógeno, Fósforo y Potasio cuando esta gramínea alcance los 20 cm de altura; por otro lado, se recomienda que su primer pastoreo se realice de 3 - 4 meses posteriores a la siembra (Toledo et al., 2017); ya que, como lo menciona Noreña (2023), todo material vegetal que sea dirigido al consumo de bovinos necesita de muchos cuidados y manejo integral para aprovechar su más alta capacidad nutricional, de lo contrario, será una inversión desaprovechada para el productor.

Cabe resaltar la importancia del control de malezas; Amaya (1986) menciona que, las malezas son plantas de diferente tipo de especies que suelen invadir las praderas y los lotes de pastos, por otro lado, resalta que, estas compiten por luz, agua, espacio y nutrientes con las gramíneas y leguminosas disponibles en praderas, por lo que inhiben su normal crecimiento, reducen el área disponible necesario y por lo tanto el volumen potencial del forraje aprovechable.

La invasión de malezas afecta principalmente la industria ganadera ya que, causan daño a los animales debido a que muchas de estas suelen ser tóxicas al consumo, también pueden

ocasionar mal olor a la leche y pueden albergar muchas plagas y enfermedades conllevando muchas veces, a lesiones graves en la piel (Amaya, 1986).

Nutrición del ganado lechero

En la nutrición del ganado lechero, los alimentos son los que tienen la capacidad de mantenimiento de la vaca, la producción de leche y la reproducción (Sánchez, 2000). La producción bovina de leche, es un proceso en donde los animales pueden transformar diferentes sustancias químicas y físicas de origen vegetal, mineral y animal en un producto alimenticio de muy alto valor biológico para el hombre, como lo es la leche (Lanuza, 2010). Por otra parte, el ciclo de producción de una vaca lechera requiere de un manejo alimentario que cubra estratégicamente cada etapa respectiva, es decir, los requerimientos de una vaca en gestación y seca son completamente diferentes a los de una vaca recién parida que producirá leche de manera progresiva (Meléndez y Bartolomé, 2017). Los aspectos nutricionales a considerar para optimizar la producción de leche y la fertilidad del ganado lechero son la energía disponible en CHOS no estructurales o azúcares solubles y CHOS estructurales o fibra, cantidad y calidad de la proteína, los minerales y las vitaminas (Meléndez, n.d.); con relación a esto, Sánchez en (2000) reporta que, entre el 70 y 85% de la materia seca (MS) que consume un animal es utilizada para generar energía, también, todos los procesos digestivos y metabólicos a los que son sometidos.

Los CHOS, las proteínas y los lípidos contenidos en los alimentos liberan esta energía y la hacen disponible al animal. (Tyrrell, 1985, citado por Sánchez, 2000) reporta que, la energía disponible se distribuye en los procesos digestivos y metabólicos de la siguiente manera: el porcentaje en el que emplean la energía fecal (35,3%), energía para la producción de calor (31,1%) energía para la producción de leche (25,5%), energía contenida en los productos gaseosos de la digestión (5,3%) y energía urinaria (2,8%).

Por otro lado, el rango ideal de temperatura ambiental en una producción bovina lechera oscila entre 5 y 25°C; si las vacas se encuentran a temperaturas superiores o inferiores a este rango de temperatura óptima, deberán modificar su tasa metabólica basal para mantener una homeostasis en el organismo (Sánchez, 2000).

Con relación a lo anterior, Sánchez (2000) menciona que, cuando la temperatura ambiental es superior a 25°C el animal reduce el consumo de MS y por consecuencia la energía; por lo que se van a incrementar los requerimientos para el mantenimiento, presentándose una retención de energía, afectando negativamente la producción de leche, la reproducción y la condición corporal de la vaca lechera.

La composición nutricional de la dieta de un bovino lechero en gestación puede variar dependiendo de varios factores, como el estado fisiológico específico de la vaca, su tamaño, el sistema de producción y las prácticas alimenticias implementadas; sin embargo, se hace énfasis con referencia a una descripción general de los nutrientes con mayor relevancia que se deben considerar en la dieta de una vaca lechera gestante, los cuales son:

- **Energía:** Durante la gestación, las vacas lecheras requieren un suministro adecuado de energía para mantener su estado corporal y apoyar el desarrollo del feto. La energía se puede proporcionar a través de fuentes como forrajes, como heno y pasto, y concentrados energéticos, como granos y subproductos de la industria alimentaria.
- **Proteínas:** Las proteínas son fundamentales para el crecimiento y desarrollo del feto, así como para el mantenimiento de la vaca gestante. Las fuentes de proteínas en la dieta pueden incluir forrajes, así como subproductos de la industria alimentaria y concentrados proteicos.
- **Fibra:** La fibra es esencial para mantener la salud del sistema digestivo de la vaca y

promover una digestión adecuada. Los forrajes de alta calidad, como el heno y el pasto, proporcionan una fuente importante de fibra en la dieta de las vacas lecheras gestantes.

- **Vitaminas y minerales:** Durante la gestación, las vacas lecheras tienen requisitos aumentados de vitaminas y minerales para satisfacer las necesidades del feto en crecimiento. Es importante proporcionar una dieta equilibrada que contenga cantidades adecuadas de vitaminas y minerales, ya sea a través de fuentes naturales o suplementos.
- **Agua:** El suministro adecuado de agua fresca y limpia es esencial para mantener la salud y el bienestar de la vaca gestante y para un desarrollo fetal adecuado.

Los elementos nutritivos como macrominerales y microminerales requeridos esencialmente son el Calcio (Ca), Hidrogeno (H), Oxigeno (O), Fósforo (P), Potasio (K), Cloro (Cl), Carbono (C), Magnesio (Mg), Azufre (S), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Molibdeno (Mo), Sodio (Na), Yodo (I), Cobalto (Co) Y Selenio (Se) como parte esencial de su composición nutricional, con una gran similitud de las necesidades nutricionales del suelo y el pasto. Así mismo, Lotero (s.f.), indica que estos elementos mencionados anteriormente poseen funciones de orden estructural, fisiológico o enzimático, por ejemplo el Calcio que es un mineral que ayuda a músculos, huesos, nervios y células a funcionar correctamente, también hace parte de las células vegetales de la planta, otro elemento a destacar es el Cobre que forma parte de unas enzimas relacionadas esencialmente con el metabolismo tanto de plantas como de animales, y demás funciones de minerales que son primordiales para el suelo, animales y plantas.

Con base a esto, se reconoce que la relación suelo-planta-animal es un reflejo para cada uno de los mismos, ya que, si existen suelos pobres o carentes de elementos nutritivos, sus pastos disminuyen la calidad y por consecuencia, los animales que los consuman, se encontraran en subóptimas condiciones y se reflejará en su condición corporal, aspecto físico y en el

rendimiento de la producción.

Por otro lado, durante la gestación, es esencial proporcionar una dieta equilibrada y adecuada en nutrientes para garantizar una gestación saludable y una buena salud del feto, de lo contrario, esta deficiencia nutricional conlleva a enfermedades carenciales influyendo negativamente en la producción, ya que, afecta directamente la salud animal, genera pérdidas productivas y económicas.

Planteamiento del problema

La Ganadería “Las Acacias” dio inicio a su periodo de transición de ganado Gyr y mestizo a razas Girolando debido a que los animales presentaban un índice productivo regular y/o disminuida resistencia a enfermedades. Con la implementación de esta raza mejorada genéticamente se logrará rusticidad en los animales adaptándose fácilmente y mejorando el rendimiento en la producción.

Inicialmente se contaba con un lote de 25 novillas en etapa gestacional dispuestas en un potrero de 3 hectáreas (30.000 m²), en el cual se visualizó que, gran parte de esta zona presentaba invasión masiva de maleza con una relación de 80% maleza - 20% forraje. En la tabla 3 se mencionan los tipos de maleza encontradas allí.

Tabla 3*Tipo de malezas encontradas en el potrero “laguna 8”*

Nombre común	Nombre científico	Familia	Observación
Dormidera, dormilona	<i>Mimosa púdica</i>	<i>Fabaceae</i>	Toxica para rumiantes, especialmente luego de cortar y secar.
Pata de Tórtola	<i>Croton hirtus</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Puede ser tóxica debido a la alta concentración de aceite de crotón presente en frutos y semillas.
Rabo de alacrán	<i>Heliotropium indicum</i>	<u><i>Boraginaceae</i></u>	Contiene alcaloides tumorígenos.

Nota. Fuente: Montagut (2023).

Cabe destacar que, las Acacias cuenta con un suelo de tipo arcilloso (Figura 8) generalizado en las 300 hectáreas, siendo este un factor problema, ya que, como lo menciona Traxco (2023), este tipo de suelos son los menos aconsejables para la producción de forraje verde disponible para el ganado porque absorben agua muy lentamente, por ende, requiere más agua para poder lograr la uniformidad de los niveles de humedad y por lo tanto, permanecen húmedos por un tiempo más prolongado, también menciona que, estos suelos posee un deficiente drenado y cuando permanecen muy secos no son muy recomendados, pero tienden a conservar buenas reservas de nutrientes.

Figura 8

Tipo de suelo característico de la finca



Nota. Fuente: Montagut (2023).

Teniendo en cuenta que las hembras durante su gestación requieren muchos más nutrientes para lograr un buen desarrollo de la cría, esta pradera en donde se encontraban situadas no cumplía con los estándares de condiciones óptimas para suplir los requerimientos nutricionales necesarios. Estas posibles deficiencias nutricionales se evidenciaron en el momento del parto con el pesaje del recién nacido. Los datos de los nacimientos se reflejan en la tabla 4.

Tabla 4

Peso de crías nacidas en la población objetivo del estudio

Día nacimiento	# madre	# cría	Sexo	Peso (kg)
17/03/23	2191-0	114-33	M	26
18/03/23	2198-5	115-33	M	19
19/03/23	762-0	116-33	H	21
19/03/23	720-0	117-33	H	21
20/03/23	724-0	118-33	M	22
22/03/23	2207-4	119-33	H	19
24/03/23	692-0	120-33	H	20
24/03/23	658-0	121-33	H	22

26/03/23	756-0	122-33	H	30
27/03/23	652-0	123-33	M	31

Nota. Fuente: Ganadería de cría “Las Acacias” (2023).

Con lo anterior, se evidenció que 8 de 10 crías al nacimiento, se encontraban en un rango < 30 kilogramos, lo cual es un peso inferior al esperado porque son razas de una altura considerable y suelen generar una buena ganancia de peso, ya que, como lo reporta Giménez (2023), los terneros Girolando nacen generalmente con un peso aproximado de 35 kilos, desarrollando buena celeridad de crecimiento y el vigor híbrido es una de las condiciones más destacadas de la raza, durante el estudio se evidenciaban animales con extremidades débiles y sin firmeza al desplazarse días posteriores al nacimiento.

Se recopiló información del manejo que se les ha implementado a los potreros distribuidos para las vacas gestantes y según reportan los operarios, estos no recibieron mantenimiento 6 meses atrás, igualmente no se implementaba la fertilización de praderas y la fumigación contra malezas no se realizó constantemente, generando un sobrecrecimiento en la mayor parte de los potreros de la finca.

Cabe destacar que, se presentaron 5 casos relacionados con enfermedades en el periodo de transición como: Hipocalcemia, mastitis y retención placentaria, estos exentos al estudio de investigación pero incluidas en el lote de maternidad; estas no contaban con protocolos de prevención instaurados previamente, por lo que la deficiencia nutricional se refleja en su condición corporal (2/5) y el bajo índice de peso corporal de las crías junto con la debilidad marcada de las extremidades anteriores y posteriores al desplazamiento.

Una vez cada novilla del grupo 1 pre tratamiento culminó su proceso de gestación, ingresaron al sistema de ordeño realizándose un pesaje semanal de leche para determinar el valor de producción de cada una de estas, con esto se pudo evidenciar la deficiencia nutricional que

presentaron a causa del estado subóptimo del potrero en el que se encontraron; el promedio que se obtuvo de producción de leche/novilla fue de 13 kg aproximadamente.

Material y métodos

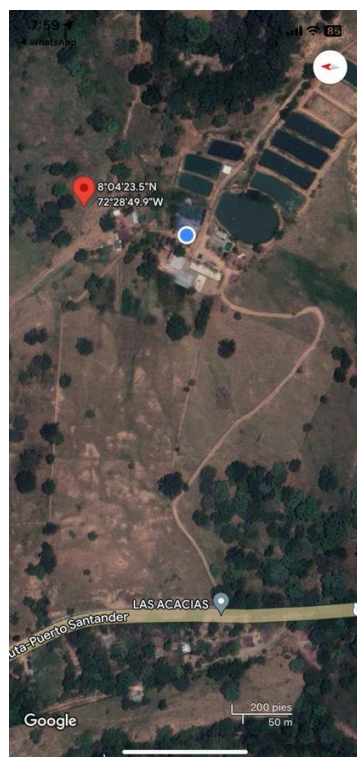
Lugar

El trabajo de investigación se realizó en la ganadería de cría Las Acacias ubicada en la vereda Oripaya, vía Puerto Santander en el departamento Norte de Santander. En la figura 9 se evidencia la localización satelital y coordenadas (latitud y longitud) tomadas directamente en el lugar.

Esta finca cuenta con un área de 300 hectáreas en total, con una altura alrededor de 320 m.s.n.m., temperatura promedio de 32°C y una humedad relativa. En su totalidad, la finca posee 226 animales, los cuales son destinados para producción de leche, levante, ceba y reproductores.

Figura 9

Localización satelital de la Ganadería “Las Acacias”



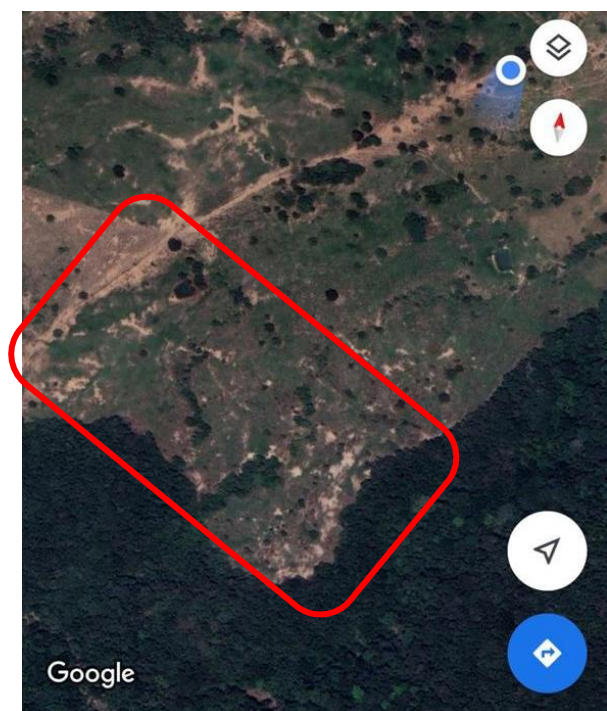
Nota. Fuente: Montagut (2023).

En cuanto a la localización de la pradera seleccionada para el estudio de las hembras gestantes de raza Girolando, se eligió el “*Laguna 8*”, con una extensión de 3 hectáreas para 25 novillas en el último tercio de gestación.

Dicha pradera se encontraba a 40 minutos de las instalaciones principales de la finca desplazándose en caballo. En la figura 10 se refleja la imagen satelital del área del potrero “*Laguna 8*”.

Figura 10

Localización satelital del potrero “Laguna 8” seleccionado para el estudio



Nota. Fuente: Montagut (2023).

En la figura 11 se ilustra el mapa de distribución de todos los potreros disponibles en la finca “Las Acacias”, destacando en un recuadro negro el potrero para el estudio.

Figura 11

Mapa de distribución de potreros de finca Las Acacias



Nota. Fuente: Ganadería “Las Acacias” (2023).

En la figura 12 (A) se evidencia el potrero en el que estaban dispuestas las hembras gestantes y en la figura 12 (B) se refleja el estado del potrero en donde estaban dispuestas las hembras durante el tiempo establecido ya mencionado anteriormente, allí se evidencia el estado del forraje y la cantidad de maleza que lo invade.

Figura 12

Estado del potrero “Laguna 8” con hembras bovinas Girolando



Nota. Fuente: Montagut (2023).

Esta pradera contaba con forraje verde Mombaza (*Panicum maximun*) como única fuente de alimentación para el lote de animales allí presentes, según reportan los operarios, esta pradera

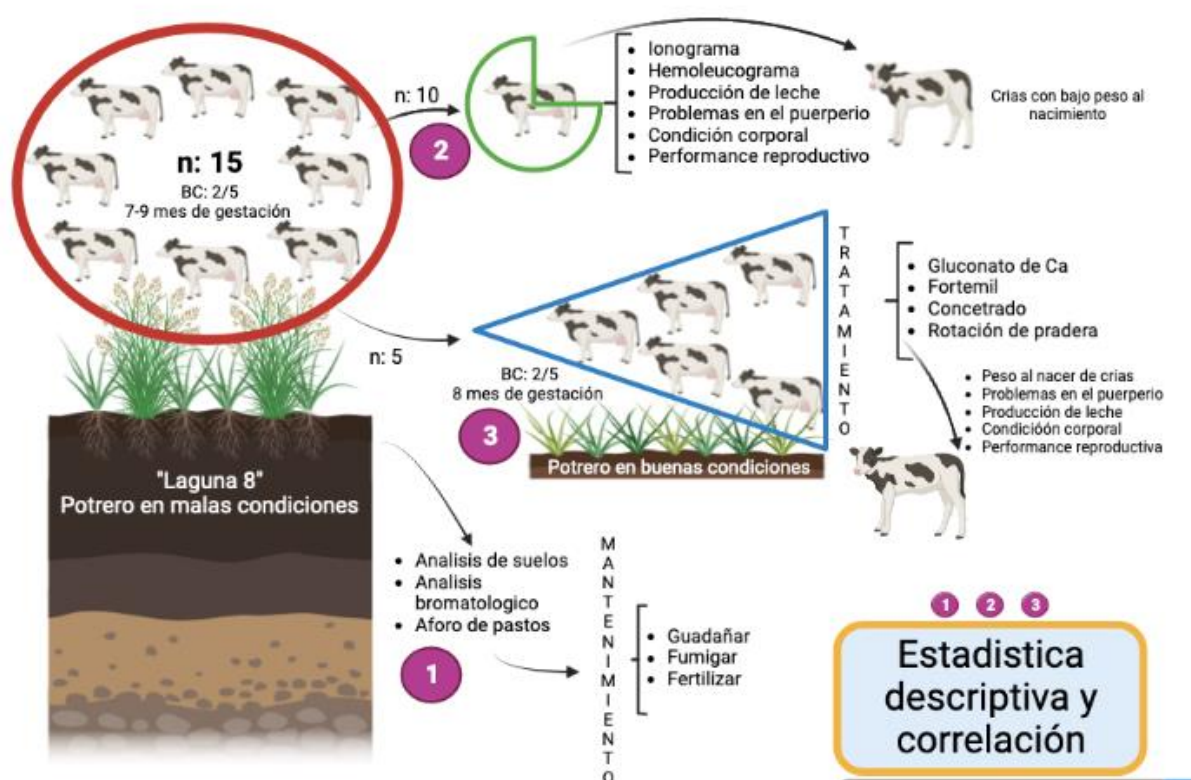
contaba aproximadamente con 6 meses sin procesos de fertilización, control de malezas, renovación de pradera y no se implementaba un control sobre la carga animal; además de esto no contaba con un periodo de descanso y por ende el crecimiento del pasto no era óptimo.

Diseño experimental

Teniendo en cuenta las condiciones subóptimas en las cuales se encontraban dispuestas las hembras bovinas gestantes, se seleccionan dos grupos entre el 8 – 9 mes de gestación, basado en criterios de inclusión reflejados en la figura 13.

Figura 13

Representación gráfica del diseño experimental



Nota. BC: condición corporal. Fuente: Montagut (2023).

Análisis de suelos

Teniendo en cuenta que las características físicas de la pradera eran deficientes se realizó una toma de muestras para la ejecución de un análisis químico del suelo determinando con ello, los valores disponibles de macro y microminerales presentes allí, en la figura 14 se evidencia la toma correspondiente de la muestra.

La muestra obtenida de suelo fue enviada a un laboratorio de Agrosavia. Resumidamente la toma de muestras se realizó siguiendo los siguientes pasos:

- Seleccione un área homogénea dentro de la finca teniendo en cuenta: relieve, cultivo, aplicación de fertilizantes y textura del suelo.
- Escoja un recorrido en el campo que cubra todo el terreno; los recorridos comúnmente utilizados son diagonales, tipo zeta o zig zag, y tome varias muestras durante el recorrido.
- En los sitios donde tome las submuestras, limpie la capa vegetal para evitar contaminación de la muestra de suelo.
- Realice hoyos con pala a una profundidad de 20 a 30 cm para cultivos anuales, y de 40 a 60, para frutales, arbóreos y otros cultivos de raíz profunda.
- Tome la muestra de la pared del hoyo
- Con un bisturí, o cuchillo limpio, retire los bordes de la submuestra de suelo para evitar contaminación de la muestra.
- Coloque la muestra dentro de un balde limpio.
- Después de tomar todas las submuestras en el área homogénea, mezcle con las manos limpias hasta homogeneizar todo el suelo
- En la bolsa que reclamó en Servientrega, coloque aproximadamente 1 kg de suelo y cierre muy bien la bolsa, tal como se indica en esta.

- Diligencie la información que aparece en la bolsa, no olvide firmarla.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la toma de muestra de suelo a una profundidad de 30 cm limpiando previamente de la zona restos de material verde que puedan interferir en los resultados. Como se observa en la figura 15, una vez se recolecta la muestra de aproximadamente 1 kg, se introduce en la bolsa con sello de seguridad suministrada por AGROSAVIA para obtener una muestra segura, se llenan los datos requeridos en la parte externa de la bolsa ya que son de importancia para el estudio como: información del cliente, información de la muestra como lo es la zona donde se tomó, departamento, municipio, nombre de la finca, etc., por otro lado requerían la identificación de la muestra, es decir altura del muestreo, topografía del terreno, sistema de riego, si se ha implementado o no una fertilización, etc., y por ultimo las coordenadas geográficas del área.

Figura 8

Toma de muestra para el análisis de suelo



Nota. Fuente: Montagut (2023).

Aforo de praderas

Para poder determinar la cantidad de forraje que proporciona el potrero “laguna 8”, se

realizó un aforo de praderas.

Para llevar a cabo el aforo de praderas, se necesitó de un cuadrado de tamaño de 1 metro x 1 metro, este se lanzó a una distancia determinada en 10 zonas inespecíficas del potrero, para poder determinar la cantidad de pasto disponible en cada una de ellas, como se muestra en la figura 15 (A). Posterior a esto se procede a cortar el pasto disponible dentro del cuadrado como se muestra en la figura 15 (B) y se almacena en un recipiente o bolsa plástica para luego ser pesado. Este procedimiento se realizó 9 veces más siguiendo un patrón en zigzag por todo el sitio de análisis para completar el aforo.

Una vez se tomó la cantidad de pasto disponible en el metro cuadrado seleccionado, se pesaron cada una de las submuestras realizadas. Como se ilustra en la figura 15 (C), se utiliza una herramienta disponible para poder pesar cada submuestra del aforo.

Por otro lado, es indispensable conocer y determinar la cantidad de forraje disponible en el respectivo potrero junto con la capacidad de carga necesaria, para esto se realizaron los cálculos matemáticos de la siguiente manera:

Se realiza la sumatoria de las 10 submuestras tomadas de forraje para lograr obtener un promedio de la disponibilidad de pasto por m².

$$0.7 \text{ kg} + 2.5 \text{ kg} + 3 \text{ kg} + 2.5 \text{ kg} + 0.8 \text{ kg} + 3.25 + 1.5 \text{ kg} + 1.8 \text{ kg} + 1.75 + 2.75 = 20.55 \text{ kg} / 10 \text{ submuestras} = 2.05 \text{ kg promedio de forraje} / \text{m}^2$$

$$2.05 \text{ kg} \times 1 \text{ m}^2 (30.000) = 61.500 \text{ kg de forraje disponible en 3 hectáreas}$$

$$61.500 \text{ kg} / 2 = 30.750 \text{ kg pérdidas por pisoteo, contaminación, cercas, árboles, piedras, etc.}$$

Para determinar el consumo diario de forraje:

$$\frac{400 \text{ kg} \times 12.5\% \text{ PV}}{100} = 50 \text{ kg} \times 25 \text{ novillas} = 1.250 \text{ kg/día}$$

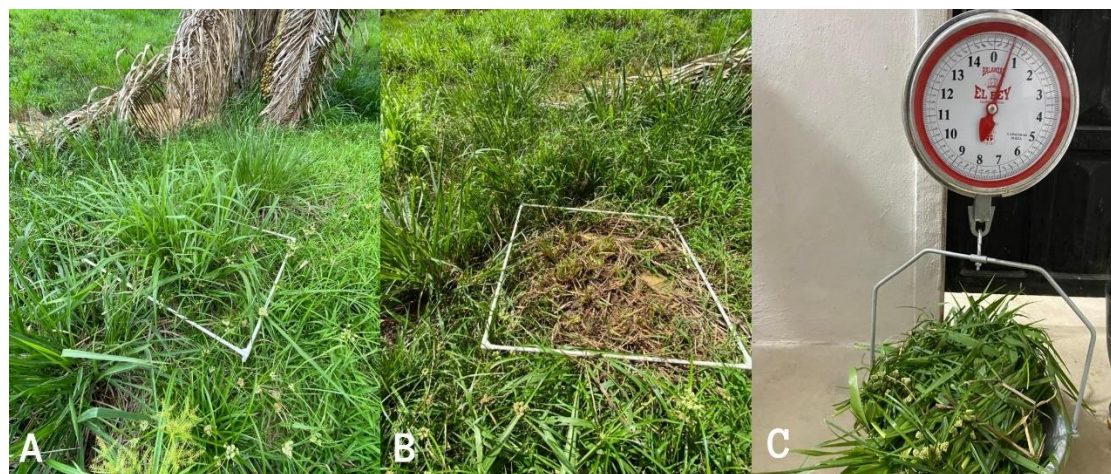
Para determinar los días que el potrero Laguna 8 tiene forraje disponible:

$$\frac{30.750 \text{ kg}}{1.250 \text{ kg}} = 24.6 \text{ días}$$

Con lo anterior, se establece que el potrero tiene una disponibilidad de forraje para 25 días.

Figura 9

Aforo #1 en potrero Laguna 8



Nota. Fuente: Montagut (2023).

Análisis químico completo de forraje verde Mombaza

Para determinar el valor mineral que aportaba este tipo de pasto a las hembras gestantes se tomó una muestra de pasto y se envió al laboratorio para realizar un análisis químico completo y así determinar el aporte de macrominerales y microminerales que recibieron a través de las pasturas durante el tiempo que permanecieron en esta pradera.

Resumidamente, se realizó un protocolo según las directrices dadas por Agrosavia; los pasos a seguir fueron los siguientes:

- a) El momento adecuado para el muestreo de tejido vegetal era en horas de la mañana, a las 6:00 a.m. o al finalizar la tarde, después de las 4:00 p.m., evitando en lo posible la exposición a una mayor temperatura.
- b) No es aconsejable incluir tejidos muertos en la recolección de la muestra, aquellos

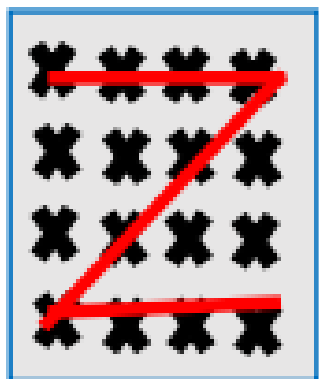
dañados mecánicamente por insectos o los infestados por alguna enfermedad.

- c) No es aconsejable tomar muestras inmediatamente después de una aplicación foliar de plaguicidas o fertilizantes.
- d) Cuando se trate de una caracterización general no se toman muestras cuando las plantas estén bajo estrés climático, de humedad, temperatura o presenten algún síntoma de deficiencia o toxicidad nutricional.
- e) Se debía recorrer el campo tomando muestras al azar, de acuerdo con los patrones de muestreo comúnmente utilizados.
- f) Una vez recogidos los tejidos vegetales, estos comienzan un proceso rápido de descomposición y de pérdida de peso. Es conveniente efectuar el envío de muestras inmediatamente después de recogidas, evitando, dentro de lo posible, su exposición al sol o al calor.
- g) Mantener las muestras preferiblemente en un ambiente ventilado, evitando cambios extremos en la temperatura y humedad.
- h) No se recomienda, para análisis químicos, mezclar las diferentes partes de la planta, teniendo en cuenta que cada fracción contiene una concentración diferente y el material, al mezclarse, debe ser totalmente homogéneo para obtener resultados repetibles y reproducibles.

Para este caso se realizaron los pasos mencionados anteriormente a las 6:00 am y con patrón de muestreo en “Z”, el cual se puede evidenciar en la figura 16.

Figura 10

Patrón de muestreo para la selección de submuestras de pasto



Nota. Fuente: Agrosavia (2020).

Como se puede apreciar en la figura 17, se obtuvo la muestra con una tijera libre de óxido ya que esto podría alterar los resultados debido a una posible contaminación por hierro, ya que este análisis es precisamente para el estudio de metales pesados. Es importante tener en cuenta que, el uso de guantes es indispensable o bien sea, utilizar un pañuelo o el lavado de manos con abundante agua y jabón, esto para evitar una contaminación de la muestra con exceso de sudoración.

Figura 11

Toma de muestra para análisis químico de pasto Mombaza



Nota. Fuente: Montagut (2023).

Una vez se obtienen las submuestras, AGROSAVIA en (2020) menciona que, se deben depositar en una bolsa de papel Kraft sin haber tenido algún otro uso y que pueda tener residuos que puedan contaminar la muestra, seguido a esto, se deben re empacar en bolsa plástica limpia y seca y realizar la respectiva rotulación e identificación de la muestra que se quiere analizar.

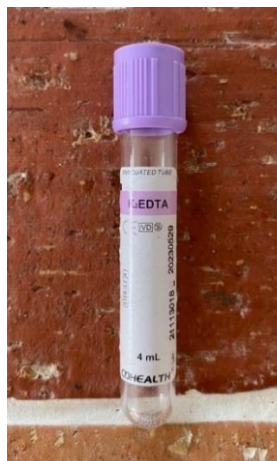
Ionograma y hemoleucogramas

Para la ejecución del estudio de la determinación de valores iónicos en hembras gestantes en el último tercio de gestación se llevó a cabo una toma de análisis sanguíneos a los 10 animales testeados, esto se realizó para chequeo de control y con ello conocer el estado general de cada paciente.

Para ello, se desplazan estos animales hacia el brete como lugar seguro evitando cualquier tipo de accidente ya que estas son muy indóciles; seguido a esto, se realiza la toma de muestra de cada animal en la vena yugular con una aguja calibre 18 G 1 ½ rosada, utilizando tubos tapa lila con EDTA (figura 18); posteriormente se mantuvieron en cadena de refrigeración para enviarse a laboratorio.

Figura 12

Tubo tapa lila EDTA para hemoleucograma



Nota. Fuente: Montagut (2023).

Además, se realizó la recolección de sangre en tubos con gel separador de tapa amarilla

(figura 19), para evitar que se dé un intercambio de sustancias entre el suero y células sanguíneas; estos se eligieron para las muestras de los ionogramas de cada animal seleccionado en el pre tratamiento y así poder conocer si los valores iónicos se encuentran o no dentro de los rangos normales.

Figura 13

Tubo con gel separador tapa amarilla para ionograma



Nota. Fuente: Montagut (2023).

Mantenimiento del potrero Laguna 8

Una vez el primer grupo testeado salió del potrero mencionado, se inició un periodo de cuarentena, en el cual se implementó un mantenimiento exhaustivo del mismo, programando ciclos de erradicación de maleza invasiva con guadaña y fumigación. Seguidamente se llevó a cabo la fertilización. Estos manejos se implementaron para darle un tiempo de descanso a las pasturas y a la compactación del suelo por la carga animal, y con esto poder lograr que el crecimiento del pasto sea el esperado.

En la figura 20 se muestra la ejecución del proceso de guadaña para la erradicación de maleza invasiva y posteriormente fumigar y fertilizar.

Figura 14

Proceso de limpieza del potrero laguna 8



Nota. A. Potrero laguna 8 en proceso de limpieza, B. Potrero laguna 8 después de la limpieza. Fuente: Montagut (2023).

Este ciclo se repitió nuevamente a los 21 días con el fin de lograr una limpieza completa, este mismo día se procedió a fumigar con Tronador D®, un herbicida agrícola enfocado al control de maleza herbácea y algunas semileñosas y leñosas, su principio activo es Aminopyralid y 2,4-D y posteriormente se fertilizó con Triple 15 arama®, este es un fertilizante con altos contenidos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Resultados

Animales pre tratamiento y post tratamiento

La siguiente información (Tabla 5) corresponde a un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de los hemoleucogramas procesados a los dos grupos testeados en total, esto para facilitar la interpretación y poder conocer la respuesta positiva al tratamiento implementado.

Tabla 5*Hemoleucogramas comparativos entre los dos grupos testeados*

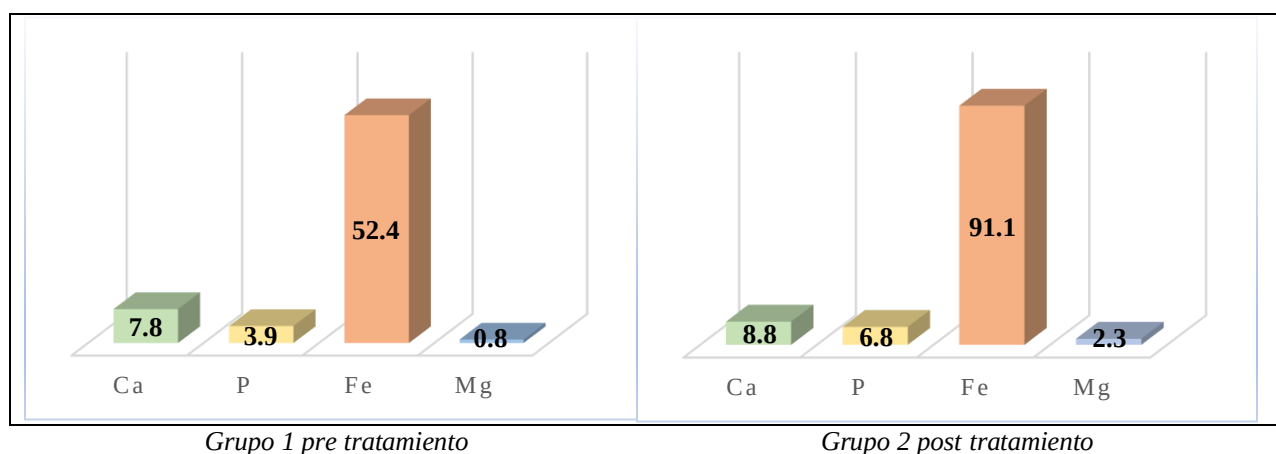
Parámetros hematológicos	Grupo 1 – Pre tratamiento (10 novillas)	Grupo 2 – Post tratamiento (5 novillas)	
	Promedio	Promedio	Referencia
Hemoglobina	10.54 g/dl	12.44 g/dl	9-13.9
Hematocrito	35 %	40.1%	28-46
VCM	42 fl	45.4 fl	38-53
MCH	14 pg	14.3 pg	13-19
MCHC	30 g/dl	31.8 g/dl	30-37
Plaquetas	227.000 Pt/ul	408.200 Pt/ul	120.000 – 820.000
Leucocitos	12000 Leu	5000 Leu	5000-16000
Neutrófilos	37%	35%	30-65
Linfocitos	57%	37%	20-60
Monocitos	6.2%	5.7%	2.3-9.1
Eosinófilos	-	-	0.3-1.6
Basófilos	-	-	0-1

Nota. Fuente: Laboratorio Analizar veterinaria (2023).

Teniendo en cuenta los hemoleucogramas individuales del grupo 1 pre tratamiento se evidenció que la novilla #2191-0 presentó una neutropenia y una linfocitosis leve relacionándose probablemente con una infección viral, también, las novillas #720-0 y #652-0 presentaron una trombocitopenia moderada, posiblemente por hemoparásitos ya que estos animales presentaban garrapatas en una cantidad considerable; debido al escaso número de animales que participaron en el estudio, las diferencias entre los grupos no son tan representativas en la tabla 5.

Figura 15

Comparación de resultados de ionogramas entre el grupo 1 y grupo 2



Nota. Fuente: Laboratorio Analizar veterinaria (2023).

En la figura 21 se ilustra un comparativo para facilitar la interpretación de los ionogramas procesados a los grupos 1 y 2, observando una respuesta positiva al tratamiento instaurado a las 5 hembras del grupo 2 ya que al analizar los ionogramas correspondientes al grupo 1 pre tratamiento se evidencia una moderada disminución en los iones; uno de estos son los niveles de Ca, P, Fe y Mg que mostraron una disminución respecto a los rangos de referencia (7.9-10 mg/dl, 4.6-9.0 mg/dl, 57-162 µg/dl, 1.9-3.0 mg/dl, respectivamente).

Dadas las condiciones en las que se observaron los animales antes de instaurar cualquier tipo de tratamiento, se seleccionaron 5 animales para la implementación de un protocolo de manejo y terapéutico para poder evidenciar si existía cualquier tipo de mejoría en cuanto a los índices reproductivos y productivos. En primer lugar, se realizó una rotación de pradera donde el pasto tenía características físicas óptimas, como la altura (20 cm de alto), color y la cantidad de pasto que fuese más palatable y aprovechable para el consumo, también, que presentara menor cantidad de maleza y menor porcentaje de desnivel que pudiera causar lesiones en la etapa de gestación en la que se encontraban.

Luego de haberse instaurado el tratamiento al grupo 2, se realizó nuevamente una toma de muestras sanguíneas individuales a las 5 hembras seleccionadas en este grupo 2 para el análisis de ionogramas y hemoleucogramas, esto se llevó a cabo 8 días antes de la posible primera fecha de parto. Con el grafico comparativo de la figura 21 revisado anteriormente, se demuestra que el protocolo que se llevó a cabo reguló los niveles de iones analizados por el laboratorio anteriormente, dando un balance positivo ya que se presentó un aumento significativo en cada uno de los elementos abarcados en el ionograma.

En la tabla 6 se evidencia el tratamiento que se implementó para el grupo de 5 novillas de 8 meses de gestación, esto con el fin de suplir las deficiencias nutricionales reportadas en los análisis realizados al primer grupo de novillas testeadas, y con esto, poder obtener mejores resultados en el periodo de transición.

Tabla 6

Tratamiento instaurado al grupo 2 seleccionado para el estudio

Producto	Composición	Dosis/duración	Uso terapéutico
Fortemil®	Riboflavina B2, Piridoxina clorhidrato B6, Nicotinamida, Acetil dl metionina, Cloruro de sodio, Cloruro de potasio, Cloruro de calcio, Cloruro de magnesio, Dextrosa, Vitamina B12	500 ml cada 8 días / 1 mes – vía intraperitoneal	Vitamínico, mineral, aminoácidos
Gluconato de Calcio ®	Gluconato de Calcio, Cloruro de Magnesio, Glicerofosfato de Magnesio	20 ml cada 8 días / 1 mes – vía IM	Minerales

Nota. Fuente: Montagut (2023).

Este tratamiento se llevó a cabo con el fin de regular y suplir los niveles bajos de macrominerales esenciales; también se implementó el suministro de concentrado Vaca 20® de

ITALCOL® a ración de 1 kilo/novilla/día, para suplir necesidades nutricionales y lograr aumentar mejorar la condición corporal para el periodo de transición.

Una vez se iniciaron los partos del Grupo 2, se lleva a cabo el pesaje necesario para realizar el comparativo con el Grupo 1 y se pudo determinar que el tratamiento instaurado conllevó a la mejoría del acondicionamiento físico y la condición corporal de los terneros recién nacidos; ya que como se observa en la tabla 7 se refleja un aumento significativo del peso corporal, los cuales se encuentran dentro de los rangos de peso para terneros de raza Girolando reportados en la literatura.

Tabla 7

Peso al nacer de las crías de novillas del grupo 2 post tratamiento

Día nacimiento	# madre	# cría	Sexo	Peso (kg)
18/04/23	3509-7	124-43	H	34
20/04/23	3467-8	125-43	M	36
21/04/23	3493-4	126-43	M	32
21/04/23	3461-1	127-43	H	35
23/04/23	3562-9	128-43	M	32

Nota. Fuente: Montagut (2023)

Posterior a una semana de ingreso a sala de ordeño, estas novillas reflejan un aumento significativo en la producción lechera (tabla 8), ya que como se mencionó anteriormente, el Grupo al cual no se le instauró ningún tipo de tratamiento contaba con una producción lechera promedio de 13 kg y el Grupo 2 posterior al tratamiento con duración de 1 mes obtuvo una producción promedio de 17 kg de leche.

Tabla 8*Pesaje de leche de novillas Girolando Grupo 2 post tratamiento*

# tatuaje	Total
3509-7	17,8 kg
3467-8	18,3 kg
3493-4	19 kg
3461-1	16,4 kg
3562-9	18,1 kg

Nota. Fuente: Montagut (2023).

Es importante recalcar que, durante el periodo de transición de estas 5 novillas en total, no se presentaron casos relacionados con hipocalcemias, mastitis ni enfermedades carenciales que pudieran alterar la homeostasis del organismo.

Aforo de praderas

En la siguiente tabla se reporta el pesaje de los 10 aforos en cada metro cuadrado y el promedio de estos para seguidamente conocer la disponibilidad de pasto en esta pradera.

Tabla 9*Pesaje de submuestras tomadas para el aforo de praderas*

# submuestra	Pesaje (kg)
# 1	0.7 kg
# 2	2.5 kg
# 3	3 kg
# 4	2.5 kg
# 5	0.8 kg
# 6	3.25 kg
# 7	1.5 kg
# 8	1.8 kg
# 9	1.75 kg
# 10	2.75 kg
Promedio	2.05 kg

Nota. Fuente: Montagut (2023).

Los 2.05 kg de forraje verde promedio en un m² fueron calculados para las 3 hectáreas

(30.000 m²) disponibles en el potrero “Laguna 8”. El cálculo de aforo arrojó como resultado que el potrero poseía 61.500 kg de forraje con disponibilidad de consumo para 25 días destinado para las 25 vacas gestantes.

Suelos

Tabla 10

Resultados de análisis de suelos realizados por Agrosavia

Determinación analítica	Unidad	Valor	Interpretación
Determinación de pH (1:2,5)	Unidades de pH	5.71	Moderadamente ácido
Determinación de conductividad eléctrica	dS/m	0.13	No salino
Determinación de Carbono Orgánico	g/100g	0.71	No aplica
Materia orgánica (MO)	g/100g	1.22	Bajo
Determinación de Fósforo (P) disponible	mg/kg	1.50	Bajo
Azufre (S) disponible	mg/kg	2.54	Bajo
Capacidad de intercambio catiónico (CICE)	cmol(+)/kg	9.22	Baja
Boro (B) disponible	mg/kg	0.20	Medio
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	5.51	Medio
Magnesio (Mg) disponible	cmol(+)/kg	3.29	Alto
Potasio (K) disponible	cmol(+)/kg	0.25	Medio
Sodio (Na) disponible	cmol(+)/kg	0.17	Normal
Hierro (Fe) Olsen disponible	mg/mg	80.17	Alto
Cobre (Cu) Olsen disponible	mg/kg	3.41	Alto
Manganeso (Mn) Olsen disponible	mg/mg	18.67	Alto
Zinc (Zn) Olsen disponible	mg/mg	1.21	Bajo
Saturación de Calcio	%	60	Alto
Saturación de Magnesio	%	36	Alto
Saturación de Potasio	%	3	Medio
Saturación de Sodio	%	2	Normal
Saturación de Aluminio	%	0	Normal

Nota. Fuente: Montagut (2023).

En la tabla 10 se detallan los resultados del análisis químico del suelo, allí se resalta la disminución de algunos elementos de suma importancia que aportan grandes beneficios en la calidad del suelo; la materia orgánica (MO) desempeña un papel fundamental en la calidad y funcionalidad de un suelo sano, por lo tanto, el valor reportado de MO por el laboratorio (1.22

g/100g) se encontró por debajo de los rangos normales (1.21 – 1.80 %) indicando que es un suelo medianamente pobre según lo reporta (Agri Nova Science, s.f.); la capacidad de intercambio catiónico (CICE) representa la cantidad de cationes como Ca, Mg, Na, que puede retener la superficie del suelo, por lo que, según los valores del potrero Laguna 8, este se encontró en un rango inferior (9,22 cmol(+)/kg) clasificándolo como suelo muy pobre, según los rangos normales mencionados por Moro (2015). Con relación a los iones (Azufre, Fósforo y Zinc) disponibles en el suelo, se encontraron valores inferiores en relación al rango normal, reflejando una deficiencia marcada de estos minerales esenciales.

Los valores de los siguientes iones (Magnesio, Hierro, Cobre, Manganese) a comparación de los mencionados anteriormente, se encuentran en un rango superior en comparación con el rango normal, predisponiendo a la planta a una toxicidad.

Forraje verde Mombaza

En la tabla 11 se refleja el resultado de la determinación analítica de la muestra de forraje verde Mombaza, el cual fue el único aporte nutricional que recibieron las hembras bovinas durante el último tercio de gestación

Tabla 11

Resultado de análisis realizado al pasto Mombaza

Determinación analítica	Unidad	Valor
Nitrógeno (N)	%	2,024
Fósforo (P)	%	0,150
Potasio (K)	%	1,799
Calcio (Ca)	%	0,475
Magnesio (Mg)	%	0,313
Sodio (Na)	%	0,007
Azufre (S)	mg*kg ⁻¹	0,167
Hierro (Fe)	mg*kg ⁻¹	67,654
Cobre (Cu)	mg*kg ⁻¹	5,819
Manganese (Mn)	mg*kg ⁻¹	238,517

Zinc (Zn)	mg*kg ⁻¹	25,064
Boro (B)	mg*kg ⁻¹	4,544

Nota. Fuente: Montagut (2023).

Luego de la salida de Laguna 8 en el mes de marzo de las novillas Grupo 1 pre tratamiento, se da inicio al mantenimiento de potrero (corte, erradicación y fumigación de malezas junto con la fertilización); pasados 2 meses de la ejecución del mantenimiento se evidenció que hubo una nula respuesta, como se logra evidenciar en la figura 22 (A y B)

Figura 22

Fotografía tomada en el potrero Laguna 8 posterior a mantenimiento y descanso



Nota. Fotografías tomadas 2 meses posterior al mantenimiento ejecutado por el operario. Fuente: Montagut (2023).

Como se logra observar en las figuras anteriores este mantenimiento implementado dio resultados subóptimos, ya que no hubo un crecimiento mejorable y se contemplaban zonas donde no hubo crecimiento alguno y otras donde su crecimiento fue muy regular, debido a esto, se recurre a asesoría profesional con un Ingeniero Agrónomo solicitado por el propietario (las recomendaciones dadas no han sido implementadas actualmente). Los potreros aledaños a

Laguna 8 cuentan con las mismas características ofreciéndoles alimento de mala calidad a cada lote de ganado que realice su rotación de pradera allí; esto debido a que los potreros con mayor cantidad de forraje son ofrecidos al lote de bovinos destinados para ceba, por lo que el propietario realizó todo el procedimiento de siembra de maíz en esta finca para dar inicio a la implementación de ensilaje de maíz para el ganado lechero.

Discusión

Todo sistema de producción pecuaria debe tener en consideración el complejo dinámico y biótico, constituido por la relación suelo – planta – animal; teniendo en cuenta esto, existen muchos factores que directa o indirectamente afectan su relación. Contar con el conocimiento de esta relación es necesaria para optimizar y mantener un equilibrio apropiado dentro de la producción y así obtener los mayores beneficios de ella (Loterio, s.f.).

Saravia (1995) menciona que la interacción planta-animal tiene una muy significativa importancia, ya que cuando ninguno de estos componentes es compatible se ha identificado una degradación marcada de todos los pastizales naturales, por esta razón no existe ningún sistema vegetal en el mundo que pueda pastorearse sin implementar métodos de recuperación, con esto se logra darle una oportunidad a la planta a que pueda compatibilizar su ciclo de crecimiento y mantener su salud con el medio ambiente para poder aportar una sostenibilidad y sustentabilidad al sistema.

Con relación a lo anterior, Loterio (s.f.) menciona que, dentro de los factores que pueden afectar la relación suelo – planta – animal, también se destaca principalmente la falta de conocimiento sobre la fertilidad e importancia de los suelos en la ganadería, junto con los requerimientos nutricionales de las especies forrajeras mejor adaptadas; un conjunto para llegar a suplir al animal con una buena cantidad y calidad de alimento. En el estudio realizado, el

propietario no tenía conocimiento respecto a la gran importancia que tienen los suelos en su ganadería, por lo que nunca llevó a cabo el mantenimiento de los mismos desconociendo que esto afectaba radicalmente su producción. La identificación de la composición del suelo es esencial, y para esto se determina a través de análisis de laboratorio todos los componentes presentes en ellos. Un análisis químico completo de suelo y de forraje aporta datos de gran importancia para el productor sobre el valor nutricional de los alimentos que se le está ofreciendo a su ganado, por lo que se le reportó inmediatamente al propietario el requerimiento de procesar las muestras para identificar falencias en su ganadería.

Aunado a lo anterior y no menos importante, se debe tener presente que la etapa productiva en la que se encuentren los animales tienen necesidades de alimentación muy diferentes, así que, una vaca lactante y preñada tiene muchos más requerimientos nutricionales y de mejor calidad que aquella que se encuentra sin cría o que no está actualmente produciendo leche, con esto se hace énfasis en que es mucho más importante mantener un adecuado balance proteico y energético para suplir todas las necesidades del organismo (Casares, 1985); por lo tanto, determinar el estado de salud de los animales en general es primordial y está correlacionado con los datos mencionados anteriormente. Para esto se realiza un chequeo de control donde se determina la presencia de alteraciones en los niveles de macrominerales y microminerales esenciales en la dieta a través de los parámetros sanguíneos analizados, donde posiblemente el factor que provoque esta deficiencia sea la calidad de forraje que están consumiendo.

En base a lo anterior, existen procedimientos que se pueden llevar a cabo para determinar la concentración sérica de minerales, ya sea en suero o sangre entera. Estas muestras son adecuadas para medir varios minerales, aunque se debe reconocer que algunos estados de ciertas

enfermedades, así como los momentos en que se alimentan los animales, pueden dar como resultado concentraciones séricas alteradas, que pueden dar una interpretación errada del o los minerales en cuestión (Meléndez, 2019). Para nuestro análisis, se llevó a cabo la toma de muestras posterior a un reposo y sin previo consumo de alimento, con el fin de evitar márgenes de error en los resultados.

Con respecto a los hemoleucogramas realizados en el grupo de 10 animales testeados en pre tratamiento, se menciona con relevancia que se presentaron dos casos en novillas con una trombocitopenia moderada, posiblemente por hemoparásitos ya que estos animales presentaban garrapatas en una cantidad considerable, ya que al contar con potreros sin fumigación previa estos ectoparásitos se proliferan masivamente; (Rivera y Aycardi, 1984, citado en Casiani 2020) se refiere a que la proliferación de garrapatas, tábanos y moscas hematófagas pueden ocasionar en el organismo del animal una anemia severa, facilitándose mayormente en regiones tropicales; en nuestro estudio no se llevó a cabo ningún tipo de tratamiento a las dos novillas con trombocitopenia marcada debido a que se encontraban en un proceso de gestación avanzada.

Jiménez et al., (2014) reportan que, determinar la deficiencia o carencia de un mineral de manera rápida es complejo, ya que se requiere de la implementación de análisis químicos de suelos, pastos u otro tipo de alimento consumido por el animal; para el diagnóstico clínico también menciona que es difícil ya que las primeras manifestaciones como lo puede ser la anorexia y baja producción, no tienen una relevancia marcada por su similitud a otras patologías, por lo tanto, la deficiencia de minerales se logra manifestar clínicamente cuando se presenta de tipo crónica registrándose pérdidas económicas. En nuestro estudio se llevaron a cabo ionogramas individuales a las novillas testeadas y los resultados obtenidos reflejaron que la totalidad de animales del grupo 1 presentaron una deficiencia de Ca, P, Fe y Mg, minerales

esenciales en el organismo en sus distintos estados fisiológicos, estos elementos poseen una gran importancia ya que se involucran en la formación de tejidos, transmisiones nerviosas y contracciones musculares, también interfieren en el equilibrio ácido-base, metabolismo energético y en diferentes reacciones enzimáticas (Lanuza, 2010).

Con respecto a los parámetros analizados en el grupo 2, se evidencia que el tratamiento curativo implementado durante un mes funcionó de manera oportuna, ya que la deficiencia de los minerales mencionados anteriormente fue regulada y se encontraban dentro de los parámetros normales.

Con el uso del remineralizante Gluconato de Calcio ® se buscó prevenir cualquier riesgo de presentación de enfermedades del periodo de transición y también, regular y prevenir las deficiencias de Calcio y Magnesio que se evidenciaron en el grupo anterior; también se implementó un suero energético y vitamínico de nombre comercial Fortemil ® compuesto en su mayor parte por cloruro de potasio, magnesio, sodio y calcio, otro compuesto esencial es la nicotinamida (vitamina B3) que ayuda a transformar los alimentos consumidos en energía y riboflavina (vitamina B2) esencial para el crecimiento, desarrollo y el correcto funcionamiento de las células del cuerpo. Camacho (2016) menciona que, animales que se encuentren en buenas condiciones nutricionales con aporte de un buen forraje y sal mineralizada, no requieren de la administración de ningún tipo de suplemento o suero vitamínico remineralizante, enfatiza en que este tipo de sustancias solo deben ser empleadas cuando se determina que la nutrición que reciben no es ideal, por lo que este tipo de productos no son rentables con su uso continuo.

Por otro lado la rotación de potrero fue necesaria y oportuna, ya que, con la elaboración de aforo de pradera se pudo determinar que no poseía alimento suficiente para el consumo, por lo que se decidió trasladar el grupo 2 a un potrero en mejores condiciones con mayor cantidad de

alimento y en paralelo, se suplementó con concentrado de buena calidad y sales minerales, con todo lo anterior, se obtienen resultados positivos al tratamiento instaurado en estos animales, ya que su condición corporal mejoró significativamente (3.5/5), el desarrollo de sus crías tuvo una evolución relevante ya que el pesaje promedio del grupo 1 al cual no se le realizó ningún tipo de tratamiento fue de 20 kg para un ternero y en el grupo 2 se observaron crías de mayor tamaño (34 kg) y con mayor estabilidad en sus extremidades; por otro lado sus parámetros productivos en comparación con el grupo 1 reflejan una producción aumentada por cada novilla testada pasando de un promedio de 13 kg a 17 kg de leche generando un gran aporte económico a la finca.

Con relación a los resultados de análisis de suelo reportados, se evidencia que, el tipo de suelo de la Ganadería “Las Acacias” posee un pH de 5.71 moderadamente ácido, lo cual es adaptable para el tipo de forraje, ya que la Mombaza se puede establecer en suelos con un pH entre 5.0 – 7.5. Sin embargo, Rodríguez en (2009) menciona que la Mombaza requiere condiciones de pH del suelo entre 6 - 8 y bien drenados. En cuanto a otros parámetros analizados se indica que, de acuerdo a la Conductividad Eléctrica (CE) este tipo de suelo es No Salino, con relación a esto, Garrido (s.f.) menciona que, la conductividad eléctrica es una medida indirecta de la cantidad de sales que contiene un suelo, también menciona que todo tipo de cultivo puede sobrevivir en diferentes rangos de conductividad dependiendo del tipo de sales que posea el suelo, resaltando que cuando la CE se encuentra < 500 micromhos/cm, este es un tipo de suelo libre de sales logrando que las plantas tengan un buen desarrollo, por lo que este es un elemento a destacar en nuestro estudio.

Por otro lado, la materia orgánica (MO) es el factor más importante a destacar del suelo, ya que ofrece la mayor cantidad de nutrientes, siendo este la principal clave para el mejoramiento

de la fertilidad del suelo y el mantenimiento de su productividad (Toledo et al., 2017); con respecto al bajo contenido de MO en el suelo de Las Acacias, se logra evidenciar que posee una carencia de nutrientes significativa junto con la Capacidad de intercambio catiónico (CIC) siendo este el segundo factor más relevante en este análisis, ya que como reporta Moro en (2015), este es un indicador de la capacidad que posee el suelo para poder retener e intercambiar los nutrientes como el Ca, Mg, Na y K principalmente, los cuales tienen una carga positiva y se fijan en la materia orgánica con carga negativa, logrando determinar el valor total de cationes que logran ser retenidos; teniendo en cuenta lo anterior y según los resultados de nuestro estudio, se evidencia un tipo de suelo medianamente pobre de nutrientes, impidiendo que el forraje consumido por los animales dispuestos en esta pradera sea un gran aporte nutricional para la dieta durante su periodo de gestación.

Además de ello se destaca también una deficiencia de minerales en el suelo como el Fósforo (P), Azufre (S) y Zinc (Zn), esenciales en la vida productiva y reproductiva del ganado bovino; el fósforo es el segundo elemento más importante para la nutrición de las plantas, involucrado en la funcionalidad y formando parte de compuestos orgánicos esenciales, abarcando aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos y con mayor importancia, la clorofila ya que es necesaria para una correcta fotosíntesis; teniendo en cuenta que el análisis de suelo de nuestro estudio reflejó una deficiencia de azufre, Corrales et al., (2014) menciona que, esta deficiencia está relacionada a una baja productividad y existe una mayor susceptibilidad a plagas y posee una menor resistencia a la salinidad, frío y sequía.

La deficiencia de zinc también es un factor predisponente a que el aporte ofrecido a las plantas sea nulo y, por ende, no tengan un correcto crecimiento, como lo indica Amezcua y Lara (2017), este es un elemento indispensable para que las plantas puedan completar su ciclo de vida,

participando directamente en el metabolismo de las células, haciendo hincapié en que ningún otro elemento puede desempeñar estas mismas funciones.

Estas deficiencias reportadas en los resultados de laboratorio de nuestro estudio indican que, el suelo no posee un gran aporte nutricional que pueda equilibrar la dieta de un animal, por lo tanto se requiere de una suplementación estricta que pueda sustituir los requerimientos nutricionales, ya que como lo menciona Repetto et al., en (2004) en los sistemas de pastoreo, los proveedores naturales de minerales en la dieta son las pasturas y el agua de bebida, los pastos a su vez, los obtienen de los compuestos asimilables que están presentes en el suelo donde crecen, por ende, la deficiencia de algunos minerales esenciales se asocia directamente a la base principal en la que crecen estos pastos, ya que no está aportando alto contenido de nutrientes para suplir las necesidades tanto de las plantas como de los animales que las consumen.

El exceso de minerales presentes en el suelo también suele ser una problemática, ya que demasiados minerales en el suelo son tan perjudiciales para las plantas que cuando existe carencia de estos, esto puede suceder debido a la sobresaturación del suelo (Roots, 2021). Teniendo en cuenta los niveles altos de minerales (Fe, Cu, Mg, Mn) reportados en nuestro estudio, Dfgrupo (2021) hace referencia a que, un exceso de magnesio puede conllevar a problemas en la absorción de otros minerales esenciales para la planta como el calcio y potasio; el exceso de hierro suele ser muy raro y puede impedir la correcta absorción de minerales como el fósforo y manganeso en la planta, este tiende a darle una tonalidad oscura a las hojas y hace que los brotes de planta jóvenes mueran, en nuestro estudio esto puede ser causante de la irregularidad del pasto en laguna 8, ya que hay zonas en donde el crecimiento del pasto es nulo; en cuanto al exceso de cobre y manganeso, estos tienen una similitud en cuanto a características que ocasionan en la planta como manchas marrones o de diferentes colores en la hoja y

ocasionan un crecimiento mucho más lento (Roots, 2021).

Con relación a esto, se destaca que, en el aforo realizado en Laguna 8 y según resultados, este no le brindaba al lote de novillas calidad ni cantidad de alimento, ya que solo ofrecía forraje verde por un tiempo de 25 días a las 25 novillas dispuestas allí, haciendo relevancia en que estas fueron trasladadas a este potrero desde el inicio del último tercio de gestación, deduciendo que se les había suprimido el consumo de alimento, explicando con esto la baja condición corporal (2/5) en la que se encontraba el grupo 1, por lo que se decide inmediatamente trasladar el resto de animales hacia otro potrero con buenas condiciones aparentemente, ya que a este no se le realizó ningún tipo de análisis químico, se seleccionó en base a sus propiedades físicas (color, crecimiento, regularidad de terreno y presencia de árboles para sombra).

En cuanto a los resultados obtenidos del mantenimiento del potrero Laguna 8, se evidenció que el pasto al tener una base de mala calidad como lo es un suelo pobre en nutrientes con base en los análisis químicos realizados, este no arrojó resultados óptimos, por lo que transcurridos 2 meses el crecimiento era muy escaso como se pudo evidenciar en la figura 22, ya que nunca se realizaba este tipo de procedimientos de fertilización ni control de maleza reflejándose en la gran amplitud de estas, por lo que se recomendó al propietario de la ganadería implementar seguidamente el ciclo de control y erradicación de las mismas, ya que al ser una ganadería de cría y de producción lechera, necesita de unas buenas condiciones del suelo y pasturas para lograr que los animales reciban los aportes nutricionales necesarios para incrementar los índices productivos y reproductivos, también la implementación de fertilización y siembra de nuevo forraje para suplir necesidades que se puedan presentar a futuro en esta finca.

Por lo que, se deduce que los suelos pueden desempeñar un papel crítico en la ganadería, generando un impacto la producción de forraje, la calidad de los alimentos, la salud del ganado y

la sostenibilidad del sistema de producción. La gestión adecuada de los suelos es esencial para garantizar una producción lechera exitosa y sostenible a largo plazo.

Conclusión

La relación suelo-planta-animal desempeña un papel esencial en la nutrición, la salud y el bienestar de los animales, así como en la sostenibilidad y productividad de la agricultura. Es importante implementar prácticas de manejo adecuadas como la conservación del suelo, el monitoreo de la calidad y la gestión eficiente de los nutrientes, para garantizar una relación equilibrada y beneficiosa entre estos tres elementos.

En el actual estudio se llevó a cabo una toma de muestras para análisis químico y poder determinar la calidad de suelo y forraje con el que cuenta la ganadería Las Acacias, estos reflejaron que existe una amplia problemática en el manejo de factores indispensables para poder alcanzar un sistema de producción de gran importancia para la región nortesantandereana, ya que sus suelos y por ende sus forrajes poseen un enriquecimiento nutricional muy pobre debido a que nunca se han implementado protocolos de manejo, cuidado y mantenimiento de los mismos; esto tiende a afectar directamente a los animales, debido a que se encuentran en pastoreo rotacional siendo este forraje el 100% de alimento que consumen, este alimento no les brinda ningún aporte nutricional óptimo que pueda suplir sus requerimientos en el organismo

Con base en los ionogramas realizados a un grupo de animales seleccionados para el estudio, reflejan el efecto directo que ocasionó la escasa y deficiente alimentación, ya que los macroelementos esenciales en la dieta se encontraron deficientes de acuerdo a los rangos normales.

Con la implementación del tratamiento durante un mes a base de remineralizantes, sueros energéticos/vitamínicos, suplementación nutricional con concentrado y sal mineral en un grupo

diferente de animales dispuestos en el mismo potrero, se evidencia que hubo una regulación y restablecimiento de elementos como Ca, P, Fe y Mg reflejando esta mejoría en sus índices productivos, ya que hubo un aumento significativo en el peso y acondicionamiento físico de sus crías al nacimiento, también hubo una mejoría notable en la producción lechera con un aumento de 4 kg según el promedio comparativo entre los dos grupos.

En cuanto al mantenimiento implementado en el potrero Laguna 8 no hubo evidencia de mejoría en sus propiedades físicas, ya que el crecimiento del pasto fue escaso durante 2 meses de descanso, en cuanto a sus propiedades químicas no se realizaron nuevamente análisis tanto de suelo como de pasto, ya que económicamente no fue viable y el propietario no autorizó proceder con esto, por lo que se decide a brindarle información y recomendaciones para que instaure un protocolo de manejo para los suelos y pastos de su ganadería, ya que cuenta con 20 potreros y la mayoría de estos poseen las mismas características de Laguna 8, con esto a largo plazo la sostenibilidad de su finca no será rentable.

Se destaca que, con base en que este tratamiento solo se instauró al grupo 2 que contaba con 5 animales, posterior a esto se presentaron otros partos de animales exentas al estudio, con las mismas características en los terneros reflejadas en el grupo al cual no se les implementó ningún tratamiento (bajo peso corporal y acondicionamiento físico reducido), por esto, es importante garantizar una relación equilibrada y beneficiosa entre el suelo – planta - animal, ya que un suelo saludable y fértil permite un crecimiento óptimo de las plantas, lo que a su vez contribuye a la producción de alimentos de calidad para los animales y los seres humanos.

Referencias

- Abi, R. (2012). Evaluación de la calidad del suelo, en el sistema productivo orgánico la Estancia, Madrid, Cundinamarca, 2012. Utilizando indicadores de Calidad de Suelos. 93.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8990/AbiSaabArriechRosana2012.pdf?sequence=1>
- Agrinova (s.f.). La utopía del 5% de la materia orgánica. Tomado de: <https://agrinova.com/noticias/la-utopia-del-5-de-la-materia-organica/>
- Amaya Amaya, A. (1986). Control de malezas - deshierba. 4 p.
<http://hdl.handle.net/20.500.12324/17516>
- Amezcu, J. C., & Lara, M. (2017). El Zinc en las Plantas. *Ciencia*, 68(3), 28–35.
<http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/zinc-in-plants>
- Camacho, R. (2016). Conozca cuando y por que se deben aplicar sueros y calcios a bovinos. Tomado de: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-cuando-y-por-que-se-deben-aplicar-sueros-y-calcios-bovinos?amp=1>
- Casares, H. (1985). Alimentación animal planificación. *Buenas Prácticas Agropecuarias (BPa) En La Producción de Ganado de Doble Propósito Bajo Confinamiento Con Caña Panelera Como Parte de La Dieta*, 1–80.
- Casiani, G. (2020). Hemoparásitos en ganado bovino: Etiología, ciclo bilógico, método de diagnóstico e investigaciones realizadas.
File:///C:/Users/VERA/Downloads/ASKEP_AGREGAT_ANAK_and_REMAJA_PRINT.Doc
x, 21(1), 1–9.
- Chicaiza, J., & Jinez, Y. (2021). Universidad técnica de cotopaxi. In *Universidad técnica de cotopaxi* (Vol. 1). <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>

- Corrales-Maldonado, C. G., Vargas-Arispuro, I., Vallejo-Cohén, S., & Martínez-Téllez, M. A. (2014). Deficiencia De Azufre En Suelos Cultivables Y Su Efecto En La Productividad. *BIOtecnica*, 16(1), 38. <https://doi.org/10.18633/bt.v16i1.32>
- Dfgrupo. (2021). Magnesio, el macronutriente olvidado. Tomado de: <https://www.dfgrupo.com/magnesio-el-macronutriente-olvidado/#:~:text=EXCESO%20DE%20MAGNESIO,nutrientes%20de%20acci%C3%B3n%20muy%20delicada>.
- Evangelista, J., & Fornaguera, C. (s.f.). Producción lechera.
- FAO. (1996). Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. In *Estudio FAO Montes 131* (Vol. 1).
- Giménez, J. (2023). “Gyrolando: el ganado lechero tropical”, prioridad para la ganadería brasileña. Tomado de: <https://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=7216>
- INIA. (2015). Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas: INIA Tacuarembó 20 de mayo de 2015. *El Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)*, 19.
- Jiménez, R., Domínguez, P., Rosales, R., & Hilario, F. (2014). Nutrición mineral en el ganado Bovino. In *Centro de Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental Valle del Guadiana* (Vol. 75). <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4353/Nutrici3n%20mineral%20en%20el%20ganado%20bovino.pdf?sequence=1>
- Lanuz, F. (2010). Requerimientos de nutrientes según estado fisiológico en bovinos de leche. *Manual de Producción de Leche Para Pequeños y Medianos Productores*, 148, 1–16. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33837.pdf>
- Lotero, J., & Ramón, R. (2021). Características físicas y químicas de los suelos. *Nuevos Sistemas*

de Comunicación e Información, 2013–2015.

Meléndez, P. (s.f.). La relación entre nutrición y fertilidad en el ganado lechero.

Meléndez, P., & Bartolomé, J. (2017). Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero:

Revisión. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 8(4), 407–417.

<https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4160>

Moro, A. (2015). Relaciones catiónicas y su interpretación en los análisis de suelos. Tomado de:

<https://aqmlaboratorios.com/relaciones-cationicas-analisis-de-suelos/>

Olivera Sánchez, C., & Avellaneda Torres, L. M. (2018). Guía de buenas prácticas para la

gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales: construcción participativa del

diagnóstico de suelos, diseño de planes de intervención prácticas de manejo sostenible de

los suelos. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/35025>

Perdomo, S. J. V. (1967). Relación suelo-planta-animal. 81–87.

<http://hdl.handle.net/20.500.12324/28644>

Rodríguez, M. L. (2009). Rendimiento y valor nutricional del pasto panicum cv. Mombaza a diferentes edades y alturas de corte. 30.

[http://bibliodigital.itcr.ac.cr/bitstream/handle/2238/3946/Rendimiento y valor nutricional del pasto Panicum maximun CV mombaza a diferentes edades y alturas de corte.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliodigital.itcr.ac.cr/bitstream/handle/2238/3946/Rendimiento%20y%20valor%20nutricional%20del%20pasto%20Panicum%20maximun%20CV%20mombaza%20a%20diferentes%20edades%20y%20alturas%20de%20corte.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ROOTS. (2021). Impacto del exceso de nutrientes en las plantas. Tomado de:

[https://rootsmacaronesia.com/impacto-del-exceso-de-nutrientes-en-las-](https://rootsmacaronesia.com/impacto-del-exceso-de-nutrientes-en-las-plantas/#:~:text=Demasiados%20minerales%20en%20el%20suelo,fertilizantes%20y%20sobresaturaci%C3%B3n%20del%20suelo.)

[plantas/#:~:text=Demasiados%20minerales%20en%20el%20suelo,fertilizantes%20y%20sobresaturaci%C3%B3n%20del%20suelo.](https://rootsmacaronesia.com/impacto-del-exceso-de-nutrientes-en-las-plantas/#:~:text=Demasiados%20minerales%20en%20el%20suelo,fertilizantes%20y%20sobresaturaci%C3%B3n%20del%20suelo.)

Rua, M. (2015). *Cómo aforar un potrero*. 1–15.

- Rucks, L., Garcia, F., Kaplan, A., Ponce de Leon, J., & Hill, M. (2004). Infra-red spectra of nitrogen adsorbed on iridium. *Transactions of the Faraday Society*, 64, 3358–3360.
<https://doi.org/10.1039/TF9686403358>
- Sánchez, J. (2000). Nutrición energética del ganado lechero. *Nutrición Animal Tropical*, 6(1), 1–32. https://www.cipa.com.co/wp-content/uploads/2019/11/nutricion_energetica_del_ganado_lechero.pdf
- Saravia, C. (1995). Interacciones planta-animal; aspectos. 2–5.
- Toledo, R. L., Viciado, D. O., Mora, D. S., Cuellar, L. M., Valencia, E. R., Pérez, M. F. M., & Flórez, M. F. (2017). *Muestreo de suelos, técnicas de laboratorio e interpretación de análisis de suelos*. 1–88.
- Traxco. (2023). Los mejores pastos para ganado. Tomado de:
<https://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/los-mejores-pastos-para-ganado>
- Vendramini, J. M. B., Dubeux, J. C. B., & Silveira, M. L. (2014). Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems. *Revista Brasileira de Ciencias Agrarias*, 9(2), 308–315.
<https://doi.org/10.5039/agraria.v9i2a3730>