

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**INFLUENCIA DE LA MONENSINA SÓDICA SOBRE EL
CRECIMIENTO CORPORAL, CONVERSIÓN ALIMENTICIA, PERFIL
HEMATIMÉTRICO Y CARGA PARASITARIA EN TERNEROS
LACTANTES TIPO LECHE EN LOS PRIMEROS 63 DÍAS DE
NACIDOS**

PRESENTADO POR:

DORINDO MORENO FLORES

4-824-574

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÀ

2021

INFLUENCIA DE LA MONENSINA SÓDICA SOBRE EL CRECIMIENTO CORPORAL, CONVERSIÓN ALIMENTICIA, PERFIL HEMATIMÉTRICO Y CARGA PARASITARIA EN TERNEROS LACTANTES TIPO LECHE EN LOS PRIMEROS 63 DÍAS DE NACIDOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIA

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEBE SER OPTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO:

PROF. ING. EDIL E. ARAÚZ S., M.Sc. _____

ASESOR

PROF. ING. VICTOR O. SÁNCHEZ, M.Sc. _____

COMITÉ

PROF. ING. MARIO ARJONA, M.Sc. _____

COMITÉ

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÀ**

2021

AGRADECIMIENTO

Agradezco a **DIOS** por darme, salud, entendimiento y sabiduría para culminar la carrera de Ing. Agrónomo Zootecnista.

A mi **papá MARCIAL MORENO** y mi **mamá AURELIA FLORES** por inculcarme valores y guiarme hasta esta etapa importante de mi vida.

A mis **HERMANOS** por haberme apoyado económicamente durante los años de estudio.

A mis **COMPAÑEROS** y **AMIGOS** con los cuales compartí a lo largo de éste dificultoso camino.

Al profesor asesor **ING. EDIL E. ARAÚZ** por brindarme su apoyo en la metodología facilitada, regalarme consejos, entregarme tiempo y paciencia durante el proceso de la elaboración de mi tesis y el desarrollo de este documento.

GRACIAS

DORINDO MORENO FLORES

DEDICATORIA

A **DIOS**, por haberme permitido cumplir una más de mis metas, guiar mis pasos durante toda mi vida dándome fortaleza, sabiduría, salud y perseverancia.

A mi **papá MARCIAL MORENO** y a mi **mamá AURELIA FLORES** por todos sus esfuerzos y sacrificios para que yo lograra alcanzar mi meta.

A **mis hermanos MARIO, JORGE, JUAN; TOMASA, AGUSTINA Y ANA** por motivarme a enfrentar día a día los obstáculos y en especial a mi hermano **Eufemio** por confiar en mí y brindarme su apoyo incondicional, por estar a mi lado apoyándome en los buenos y malos momentos por escucharme, aconsejarme y comprenderme siempre que los necesité.

DORINDO MORENO FLORES

INFLUENCIA DE LA MONENSINA SÓDICA EN EL CRECIMIENTO CORPORAL, CONVERSIÓN ALIMENTICIA, PERFIL HEMATIMÉTRICO Y CARGA PARASITARIA EN TERNEROS LACTANTES TIPO LECHE EN LOS PRIMEROS 63 DÍAS DE NACIDOS.

Dorindo Moreno Flores,

2021

RESUMEN

La presente investigación se realizó para conocer la influencia de la monensina sódica sobre la tasa de crecimiento, conversión alimenticia, perfil hematimétrico, carga parasitaria y beneficio económico en la crianza de terneros tipo leche durante 63 días como lactantes. Los parámetros zootecnimétricos fueron tomados en 12 terneros (Holstein/Pardo Suizo) divididos en dos grupos de seis, según el sexo y en los tratamientos se incluyó tres hembras y tres machos. El estudio se realizó en los meses de febrero a mayo de 2019, en una finca lechera grado A en Bijagual, Distrito de David, Provincia de Chiriquí. En el análisis estadístico se utilizó el modelo factorial con tres factores: sexo, tratamiento, y tiempo; y la prueba la comparación mediante el método de Tukey. La evaluación económica se hizo mediante el análisis del presupuesto parcial. Como resultado se encontró que el peso corporal mostró diferencias estadísticas según el sexo ($P < .0001$); siendo los machos +23.74% más pesados que las hembras a los dos meses de edad. El índice de conversión alimenticia mostró diferencia estadística entre los tratamientos ($P = .0545$); logrando una reducción en el consumo de alimento del 16.13% asociado con el uso de monensina sódica. En cuanto a los parámetros que se utilizaron para medir el crecimiento corporal se encontró que el perímetro torácico mostró diferencia estadística entre sexos ($P < .0001$); el crecimiento en los machos fue de +5.48%. La altura a la cruz mostró diferencia estadística entre sexos ($P < .0001$); logrando un mayor crecimiento en los terneros machos de +3.31%. También se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < .0002$), reportando una diferencia de +2.52% en los tratados con monensina sódica, sobre los no tratados. La altura a la grupa fue diferente entre sexos ($P < .0001$), con mayor crecimiento en los machos de +3.59%. También se encontró diferencia entre tratamientos ($P < .0001$), se obtuvo mayor crecimiento en los terneros tratados con monensina sódica +2.7%; El perfil de la hemoglobina fue diferente entre sexos ($P = .0126$), donde los machos tuvieron +5.33% de hemoglobina que las hembras ($P > .05$). La carga parasitaria por *Eimeria* spp expresada según el conteo de ooquistes por gramo de heces fue diferente entre sexos ($P = .0382$); siendo los machos -30.60% en el conteo de ooquistes de *Eimeria*; mostrando también diferencias entre tratamientos ($P < .0007$), con reducción de la carga parasitaria en -36.50% en el tratamiento con monensina sódica. La monensina sódica logró reducir del costo de alimentación en 0.08 balboas por ternero/día, lo que se traduce en un beneficio económico de 5.04 balboas por ternero y 30.24 balboas por tratamiento; contrastándolo con el costo de la monensina sódica que fue 2.63 balboas.

PALABRAS CLAVES: Ionóforos, monensina sódica, terneros, hemoglobina, *Eimeria*, Crecimiento, Conversión Alimenticia.

INFLUENCE OF SODIUM MONENSIN ON BODY GROWTH, FEED CONVERSION, HEMATOMETRIC PROFILE AND PARASITE LOAD IN MILK-FED CALVES ACROSS THE FIRST 63 DAYS AFTER BIRTHING

Dorindo Moreno Flores,

2021

ABSTRACT

The present research was carried out to know the influence of Sodium Monensin on growth rate, feed conversion, haematopoietic profile, parasite count and economic benefit in the rearing in lactating milk type calves during 63 days. All parameters were taken in 12 calves (Holstein/Brown Swiss) divided into two groups by sex and based on three females and three males by treatment. The study was carried out from February to May 2019 in a Grade A Dairy Farm, located in Bijagual, David District, Chiriquí Province. The statistical analysis was carried using a factorial design with three factors (sex, treatment, and time) and the economic evaluation was done through a partial budget analysis. As a result, body weight was found to show differences between sexes ($P<.0001$); where males were +23.74% heavier than females at two months of age. Feed conversion showed differences between treatments ($P<.05$), which had a reduction in feed consumption by 16.13% associated with sodium monensin. Body growth was found to be different between sexes ($P<.0001$); higher growth was observed in males by +5.48%. The height was different between sexes ($P<.0001$), where male calves showed +3.31%. Differences were also observed between treatments, showing a difference +2.52% in animals which received sodium monensin over those not treated. The height was different between sexes ($P<.0001$), with higher growth in males of +3.59%; as well as between treatments ($P<.0001$). Treatment under sodium monensin was associated with higher growth rate by +2.7%; hemoglobin was different between sexes ($P=.0126$), where males showed +5.33% more hemoglobin over the females ($P>.05$). The parasite count as eimerias was different between sexes ($P=.0382$), where males presented -30.60% in the count of oocysts; but also showed differences between treatments ($P<.0007$), where sodium monensin reduced the parasitic count by -36.50%. Sodium monensin reduced the feeding cost 0.08 dollars per calf/day, which is traduced into an economic benefit of 5.04 dollars per calf and 30.24 dollars per treatment; instead of having a cost for sodium monensin for 2.63 dollars.

KEYWORDS: Ionospheres, Sodium Monensin, dairy calves, hemoglobin, Growing, Feed Conversion

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-------|
| AGRADECIMIENTO | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| RESUMEN | v |
| ABSTRACT | vi |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | vii |
| ÍNDICE DE CUADROS | xii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xiv |
| ÍNDICE DE ESQUEMA | xv |
| ÍNDICE DE GRÁFICAS | xviii |
| ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS | xx |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xxi |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.2. ANTECEDENTES | 6 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN | 8 |
| 1.4. OBJETIVOS | 9 |
| 1.4.1. Objetivo general | 9 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 9 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 11 |
| 2.1. Descripción del ionóforo monensina sódica | 11 |
| 2.1.1. Dosis recomendada para el uso de la monensina sódica | 12 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2. Características de la monensina sódica y su utilidad en la alimentación de bovinos..... | 12 |
| 2.3. Mecanismos y beneficios fisiológicos de la monensina sódica en los procesos digestivos del bovino lactante..... | 15 |
| 2.3.1. Modificaciones de la pared celular microbiana..... | 15 |
| 2.3.2. Acción sobre la pared intestinal..... | 16 |
| 2.3.3. Acciones metabólicas..... | 16 |
| 2.3.4. Mecanismos de acción antimicrobiana..... | 17 |
| 2.4. Principales resultados sobre el uso de la monensina sódica en la alimentación de bovinos..... | 20 |
| 2.5. Características del tracto digestivo del ternero durante la fase de lactante y cambios histológico..... | 23 |
| 2.6. El desarrollo de los divertículos estomacales suele dividirse en tres períodos..... | 25 |
| 2.6.1. Entre el nacimiento y las tres semanas de vida..... | 25 |
| 2.6.2. Entre las tres y las ocho semanas de vida..... | 25 |
| 2.6.3. A partir de las ocho semanas de vida..... | 25 |
| 2.7. Fisiología digestiva durante el período de transición de lactante a rumiante..... | 26 |
| 2.8. Requerimiento nutricional y alimenticio del ternero lactante..... | 28 |
| 2.8.1. Requerimiento de energía para terneras alimentadas con leche o reemplazador de leche y alimento balanceado..... | 30 |
| 2.8.1.1. Efecto de la temperatura ambiental sobre los requerimientos de energía..... | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 2.8.2. La Proteína..... | 32 |
| 2.8.2.1. Requerimientos de proteína..... | 33 |
| 2.9. Modelo de alimentación ideal para los terneros tipo leche como lactante..... | 37 |
| 2.10. Principales variaciones en la dieta del ternero lactante y modelos de alimentación..... | 39 |
| 2.10.1. Fases de alimentación de terneras en la etapa de pre-destete..... | 39 |
| 2.10.2. Consumo de calostro..... | 40 |
| 2.10.3. Leche entera de vaca..... | 41 |
| 2.10.4. Sustituto de leche comercial..... | 41 |
| 2.10.5. Agua..... | 42 |
| 2.10.6. Concentrado de iniciación..... | 43 |
| 2.11. Perfil hematimétrico del ternero tipo leche durante la fase lactantes... | 43 |
| 2.11.1. La sangre..... | 44 |
| 2.11.2. Hemoglobina..... | 45 |
| 2.11.3. Hematocrito (Hto)..... | 47 |
| 2.11.4. Glóbulos Rojos o Eritrocitos..... | 48 |
| 2.12. Patrón de crecimiento y desarrollo del bovino tipo leche en su fase de lactante..... | 50 |
| 2.13. Perfil sanitario, carga parasitaria y principales problemas de salud del ternero lactante..... | 53 |
| 2.13.1. Principales problemas de salud del ternero lactante..... | 54 |
| 2.13.1.1. Bacterias..... | 54 |
| 2.13.1.2. Diarrea digestiva, diarrea de leche, o empacho de leche..... | 54 |

| | |
|--|-----------|
| 2.13.1.3. Virus..... | 55 |
| 2.13.1.4. Protozoos: Eimeria spp. (coccidiosis)..... | 55 |
| 2.13.1.5. Neumonía en terneros lactantes..... | 56 |
| 2.14. Costos y beneficios del uso de la monensina sódica sobre la eficiencia de la alimentación de bovinos..... | 56 |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 60 |
| 3.1. Información general..... | 60 |
| 3.1.1. Ubicación..... | 60 |
| 3.1.2. Clima..... | 61 |
| 3.1.3. Animales evaluados..... | 61 |
| 3.1.4. Instalaciones y sistema de crianza..... | 62 |
| 3.1.5. Manejo nutricional y sanitario en la crianza de terneras y terneros.... | 62 |
| 3.1.5.1. Composición bromatológica de los alimentos y programa de alimentación utilizado en el estudio..... | 63 |
| 3.1.6. Sistema de identificación de las terneras..... | 64 |
| 3.2. Modelo estadístico..... | 64 |
| 3.3. Parámetros de respuesta..... | 65 |
| 3.3.1. Peso corporal (kg)..... | 65 |
| 3.3.2. Índice de conversión alimenticia..... | 65 |
| 3.3.3. Perímetro torácico (cm)..... | 66 |
| 3.3.4. Altura a la cruz (cm)..... | 67 |
| 3.3.5. Altura a la grupa (cm)..... | 67 |
| 3.3.6. Perfil de hematocrito y hemoglobina (g/100 ml)..... | 68 |
| 3.3.7. Carga parasitaria Eimeria spp..... | 69 |

| | |
|--|-----|
| 3.3.8. Hipótesis del estudio | 70 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 72 |
| 4.1. Peso corporal | 72 |
| 4. 2. Índice de conversión alimenticia | 77 |
| 4.3. Medidas zootecnimétricas tomadas como indicadores de crecimiento corporal en terneros y terneras lactantes | 82 |
| 4.3.1. Perímetro torácico | 83 |
| 4.3.2. Altura a la cruz | 88 |
| 4.3.3. Altura a la grupa | 93 |
| 4.3.4. Perfil de Hemoglobina | 98 |
| 4.3.5. Carga parasitaria Eimeria spp. expresada como conteo de Ooquistes por gramo de heces (OPG) | 104 |
| 4.4. Analisis economico | 108 |
| 4.4.1. Costos de la investigación | 110 |
| V. CONCLUSIONES | 112 |
| VI. RECOMENDACIONES | 114 |
| VII. BIBLIOGRAFÍA | 134 |

ÍNDICE DE CUADROS

| No. | TÍTULO | Pág. |
|-------|--|------|
| I. | Análisis de varianza para el peso corporal (kg) en terneros y terneras lecheras evaluadas con el uso de la monensina sódica | 73 |
| II. | Peso corporal promedio de las terneras y terneros tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control | 74 |
| III. | Análisis de varianza para el índice de conversión alimenticia en terneros y terneras lecheras evaluadas con el uso de la monensina sódica | 78 |
| IV. | Índice de conversión alimenticia de los terneros y terneras tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control | 78 |
| V. | Análisis de varianza para el perímetro torácico (cm) en terneros y terneras lecheras evaluadas en el estudio | 84 |
| VI. | Perímetro torácico promedio de las terneras y terneros tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control | 85 |
| VII. | Análisis de varianza para la altura a la cruz (cm) en terneros y terneras lecheras evaluadas en el estudio | 89 |
| VIII. | Altura a la cruz promedio (cm) de los terneros y terneras tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control | 90 |
| IX. | Análisis de varianza para la altura a la grupa (cm) en terneros y terneras lecheras evaluadas en el estudio | 94 |
| X. | Altura a la grupa promedio (cm) de las terneras y terneros tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control | 94 |
| XI. | Análisis de varianza para el contenido de hemoglobina (g/100 ml) en terneros y terneras lecheras evaluados bajo la influencia de la monensina sódica | 99 |
| XII. | Perfil de hemoglobina promedio (g/100 ml) de las terneras y terneros tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control | 100 |
| XIII. | Análisis de varianza para la carga parasitaria de Eimeria spp (OPG) en terneros y terneras lecheras evaluadas en el estudio mediante el uso de la monensina sódica | 124 |
| XIV. | Conteo promedio de Eimeria spp. Ooquistes por gramo de heces (OPG) en terneras y terneros tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control | 125 |

| No. | TÍTULO | Pág. |
|--------------|---|-------------|
| XV. | Costo de alimentación por ternero, según los tratamientos, durante un periodo de 63 días como lactantes | 128 |
| XVI. | Costo de los tratamientos del estudio, considerando los insumos utilizados en los animales | 129 |
| XVII. | Presupuesto parcial de los tratamientos utilizados en el experimento con monensina sodica en la alimentación de los terneros lactantes durante un periodo de 63 días | 129 |

ÍNDICE DE TABLAS

| No. | TÍTULO | Pág. |
|-------------|---|-----------|
| I | Capacidades relativas de las divisiones del estómago del ternero en función de la edad, expresadas como porcentaje de la capacidad gástrica total. | 24 |
| II | Características nutricionales de los sustitutos lácteos (base materia seca) | 35 |
| III | Valores nutricionales recomendados en el concentrado iniciador | 35 |
| IV | Requerimientos de las terneras de lechería con ganancia de 600g/días | 36 |
| V | Requerimientos nutricionales diarios de terneros con leche y concentrado inicial | 36 |
| VI | Programa de destete precoz de terneras con sustituto lácteo | 38 |
| VII | Programa de destete precoz (60días) | 39 |
| VIII | Valores hemo-hematimétricos normales en el bovino | 45 |
| IX | Valores hematológicos para terneros cebuinos del Magdalena Medio menores a 20 días | 49 |
| X | Patrón del peso corporal de las hembras para reemplazo desde el nacimiento hasta los 24 meses en las razas lecheras Holstein y Pardo Suizo en Panamá.. | 51 |
| XI | Patrón del crecimiento somático y simétrico de razas lechera en el clima templado | 52 |
| XII | Plan sanitario para terneros de 0 a 60 días | 53 |
| XIII | Carga parasitaria del género helmintos en bovinos | 53 |
| XIV | Análisis de presupuesto parcial para diferentes niveles de monensina sódica | 58 |
| XV | Presupuesto parcial de los tratamientos utilizados en el experimento utilizando monensina sódica | 59 |
| XVI | Programa de destete precoz para terneros y terneras evaluadas mediante el uso de la monensina sódica | 63 |

ÍNDICE DE ESQUEMA

| No. | TÍTULO | Pág. |
|-----|---|------|
| I | Representación del modelo de campo utilizado para evaluar el efecto de la monensina sódica en terneros y terneras lactantes en la fase inicial de levante | 71 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| No. | TÍTULO | Pág. |
|--------|--|------|
| I. | Peso corporal (kg) en terneros de lechería durante la fase de lactantes según los tratamientos | 74 |
| II. | Peso corporal (kg) en el sexo macho, según los tratamientos | 75 |
| III. | Peso corporal (kg) según el sexo | 76 |
| IV. | Peso corporal de los terneros (kg) según los tratamientos | 76 |
| V. | Índice de conversión alimenticia (kg) en el sexo hembra según los tratamientos | 79 |
| VI. | Índice de conversión alimenticia en el sexo macho, según los tratamientos | 80 |
| VII. | Índice de conversión alimenticia (kg) de las terneras y terneros tratados con monensina sódica y su control | 81 |
| VIII. | Índice de conversión alimenticia (kg) en las terneras y terneros tratados con monensina sódica y su control | 81 |
| IX. | Perímetro torácico promedio (cm) de las terneras según los tratamientos, durante 63 días como lactantes | 85 |
| X. | Perímetro torácico promedio (cm) de los terneros según los tratamientos, durante los primeros 63 días de lactantes | 86 |
| XI. | Perímetro torácico promedio (cm) de los terneros y terneras según el sexo, durante 63 días como lactantes | 87 |
| XII. | Perímetro torácico promedio (cm) de los terneros y terneras según los tratamientos, durante 63 días como lactantes | 88 |
| XIII. | Altura a la cruz promedio (cm) de las terneras según los tratamientos, durante los primeros 63 días como lactantes | 90 |
| XIV. | Altura a la cruz promedio (cm) de los terneros según los tratamientos, durante 63 días como lactantes | 91 |
| XV. | Altura a la cruz promedio (cm) de las terneras y terneros según los tratamientos, durante 63 días como lactantes | 92 |
| XVI. | Altura a la cruz promedio (cm) de las terneras y terneros según los tratamientos, durante 63 días como lactantes | 93 |
| XVII. | Altura a la grupa promedio (cm) de las terneras según los tratamientos, durante 63 días como lactantes | 94 |
| XVIII. | Altura a la grupa promedio (cm) de los terneros según los tratamientos, durante 63 días como lactantes | 94 |
| XIX. | Altura al anca promedio (cm) de los terneros y terneras según los tratamientos, durante 63 días como lactantes | 97 |

| No. | TÍTULO | Pág. |
|------------|--|-------------|
| XX. | Altura a la grupa promedio (cm) de los terneros y terneras según los tratamientos, durante 63 días como lactantes | 98 |
| XXI. | Perfil de hemoglobina (g/100 ml) de las terneras según los tratamientos, evaluado durante 63 días en el periodo como lactantes | 120 |
| XXII. | Perfil de hemoglobina (g/100 ml) de los terneros según los tratamientos, evaluados durante 63 días en el periodo como lactantes | 121 |
| XXIII. | Perfil de hemoglobina (g/100 ml) de los terneros y terneras lecheras evaluado bajo la influencia de la monensina sódica durante 63 días en el periodo como lactantes | 122 |
| XXIV. | Perfil de hemoglobina (g/100 ml) de los terneros y terneras según los tratamientos, evaluado durante 63 días en el periodo como lactantes | 122 |
| XXV. | Carga parasitaria de eimeria spp. ooquistes por gramo de heces (opg) en las terneras evaluadas bajo la influencia de la monensina sódica, durante 63 días en el periodo como lactantes | 125 |
| XXVI. | Carga parasitaria eimeria spp. (opg) de los terneros según los tratamientos, durante 63 días como lactantes | 126 |
| XXVII. | Carga parasitaria eimeria spp. (opg) de las terneras y terneros evaluados bajo la influencia de la monensina sódica, durante 63 días en el periodo como lactantes | 126 |
| XXVIII. | Carga parasitaria eimeria spp. (opg) de las terneras y terneros evaluados bajo la influencia de la monensina sódica, durante 63 días en el periodo como lactantes | 127 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| No. | TÍTULO | Pág. |
|-------------|---|------|
| I, II, III. | Presentación bioquímica molecular de la Monensina Sódica | 61 |
| IV. | En ésta fotografía se ilustra las cunas utilizadas para la crianza de los terneros del estudio | 62 |
| V. | Pesaje de los terneros para obtener la ganancia de peso semana | 65 |
| VI, VII. | Pesaje del sustituto lácteo y concentrado ofrecido en la alimentación de los terneros y terneras | 66 |
| VIII. | Toma de medida (cm) del perímetro torácico para evaluar el peso y desarrollo corporal | 66 |
| IX. | Medida de altura a la cruz (cm). | 67 |
| X. | Medida de altura a la grupa (cm) | 67 |
| XI, XII. | En esta fotografía podemos apreciar la toma de muestra de sangre, equipo de micro hematocrito y materiales utilizados para determinación del hematocrito y de la hemoglobina. | 68 |
| XIII. | En ésta fotografía se ilustra el resultado del análisis coproparasitológico obtenido del laboratorio de salud animal del MIDA | 69 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| No. | TÍTULO | Pág. |
|--------------|--|------|
| I, II y III. | Presentación bioquímica molecular de la Monensina Sódica | 12 |
| IV. | Efecto de la monensina en el flujo de iones en <i>S. bovis</i> | 19 |
| V. | Distribución de los compartimentos gástricos en el ternero neonato | 24 |
| VI. | Desarrollo del rumen bovino en la fase de lactante a rumiante | 27 |
| VII. | Ubicación geográfica de la finca Lechería Bijagual | 60 |

I. INTRODUCCIÓN

Los ionóforos son un grupo de antibióticos derivado del ácido monocarboxílico, que tienen la propiedad de formar complejos con metales catiónicos monovalentes como son el potasio (K), sodio (Na), calcio (Ca) y el bario (Ba), uno de los más utilizados es la monensina sódica y se ha utilizado como un promotor de crecimiento (Zorrilla, 1990, Necochea 1987) citado por Presas, 2006.

El crecimiento animal es un fenómeno biológico sumamente complejo y altamente organizado, regulado por influencias genéticas, endocrinas, nutricionales y del ambiente; involucrando delicados mecanismos susceptibles de ser modificados farmacológicamente, con el fin de mejorar la performance zootécnica. La comprensión del funcionamiento hormonal y del rol que desempeña la flora microbiana digestiva en las distintas especies de interés productivo, permitirá el uso adecuado de los recursos farmacológicos disponibles para ese propósito (Errecalde et al., 1994).

La inclusión de antimicrobianos al alimento se realizó inicialmente con el propósito de controlar enfermedades infecciosas y luego para mejorar el desempeño productivo de animales monogástricos en la fase de crecimiento; tales como en

aves, cerdos y en menor grado, en terneros a través de una interacción con la flora intestinal, la cual está en permanente estado de transición y es esencial para la supervivencia de los mamíferos (Errecalde et al., 1994).

Hasta la fecha se han identificado más de 70 ionóforos; siendo la monensina sódica la más popular, la cual fue introducida en la industria ganadera de E.U.A en 1975 (Zorilla, 1990). La monensina sódica posee acción contra *Eimeria tenella*, *E. máxima*, *E. acervulina*, *E. brunetti*, *E. necatrix* y *E. mitis*. Actúa sobre las primeras etapas del ciclo del coccidio, teniendo afecto sobre merozoítos en la luz intestinal, por lo que el daño sobre las células de la mucosa se reduce considerablemente (APSA, 2001).

Los Ionóforos, incluida la monensina, se han investigado intensamente en nutrición de rumiantes por su potencial para mejorar la eficiencia de la alimentación a través de cambios en la fermentación ruminal. En general, como aditivos alimentarios, han causado un aumento de peso de 5 a 15% en animales alimentados con dietas con bajo valor nutricional y también han mejorado la conversión alimenticia (Filho et al., 1990).

La presente investigación se realizó con la finalidad de evaluar la influencia de la monensina sódica en la dieta de terneros y terneras lactantes tipo leche en los primeros 63 días de edad; para determinar su efecto sobre la tasa de crecimiento, conversión alimenticia, carga parasitaria (*Eimeria*), perfil hematimétrico y

establecer el beneficio económico mediante un análisis de presupuesto parcial según la metodología establecida por CIMMYT, 1988.

1.1. Planteamiento del problema

Biológicamente es posible alimentar terneros jóvenes con el uso de concentrados solamente y practicar el destete precoz. Mediante este modelo de alimentación se estimula el desarrollo papilar a través de los Ácidos Grasos Volátiles (AGV) producidos por la acción de las enzimas de origen bacteriana en el rumen, principalmente el ácido butírico y propiónico (Quigley, 2001). Sin embargo, desde el punto de vista económico, es casi imposible utilizar altos volúmenes de concentrados en el área tropical por los costos y el manejo; además los sistemas de crianza son limitados en las cantidades de recursos. Una alternativa a este sistema es la utilización de dietas integrales que permita la inclusión de materiales disponibles en nuestra región en unión a fuentes altamente digestibles, necesarias para suplir los nutrientes requeridos para el crecimiento del ternero, desde edades tempranas. La naturaleza de estos alimentos aporta la fibra necesaria para el desarrollo normal del rumen del ternero, los cuales se alimentarán con forrajes próximamente (Simón, 1978).

Anderson, et al, (1987) plantea que la estimulación del desarrollo anatómico y fisiológico por medio de la producción de AGV sugiere la existencia de una estrecha relación entre el desarrollo ruminal y la actividad microbiana y que la

consecuencia del establecimiento de estas poblaciones bacterianas ruminales, parece depender de la dieta del ternero.

Por esta razón hallar variantes de alimentos secos para los terneros, que propicien un adecuado desarrollo morfológico, fisiológico y bacteriano, pudiera ser uno de los principales aspectos a contemplar dentro de los sistemas de cría de terneros en nuestras condiciones con el máximo uso de alimentos disponibles nacionalmente (Garzón, 2008).

Por otro lado, la respuesta que se obtiene en la crianza del ternero guarda estrecha relación con el tipo y la cantidad de alimento lácteo ofrecido (Huber, 1984). Así, se conocen resultados del uso de diferentes formas de suministro y cantidades de alimento lácteo (Plaza et al, 1986; Plaza et al, 1988), con resultados satisfactorios en todos los casos, en dependencia de la cantidad y calidad del alimento ofrecido; tanto del lácteo, como el pienso complementario (Garzón, 2008).

A pesar de lograrse buenos resultados, con ganancias superiores a los 500 gr/día, por lo general, estos sistemas utilizan grandes volúmenes de leche, excepto aquellos en los que el destete es precoz, pero necesitan de un pienso de alta calidad y un manejo esmerado para evitar que se deterioren los animales una vez destetados (Garzón, 2008).

El estudio realizado por Rivera (2000), expone que el mayor costo de crianza en terneras es la alimentación, el cual representó entre 31,8 y 64,3% de los costos

totales. El autor explica que esto se debe a que en esta etapa se utilizan alimentos balanceados de mayor calidad nutricional, los cuales en la mayoría de los casos son productos de importación como los pre-iniciadores e iniciadores, además se utilizan otros productos de alto costo como lacto reemplazadores, suplementos vitamínicos, minerales y forraje (Elizondo y Vargas, 2015).

Heinrichs (1993) reportó que, en los Estados Unidos, el desarrollo de reemplazos representa aproximadamente el 20% del total de gastos de la operación de una finca lechera y es el segundo costo más alto después de la alimentación. Por lo tanto, minimizar la inversión en esta etapa de vida, mientras se mantiene la integridad productiva, debe ser un objetivo primordial en el manejo de animales de reemplazo (Elizondo y Vargas, 2015).

La coccidiosis es una parasitosis producida por un protozooario (*Eimeria* sp.) y está comúnmente asociado a terneros jóvenes de destete precoz. El hacinamiento del engorde a corral, así como la humedad presente en este tipo de sistemas de producción, constituyen elementos predisponentes a la presentación de esta parasitosis. Estos agentes invaden la mucosa del intestino provocando diarreas sanguinolentas, deshidratación y en algunos casos, alta mortandad. En algunos animales (25% de los enfermos) se presentan signos nerviosos caracterizados por temblores musculares, tambaleo y convulsión (Rossanigo y cols 2011). En caso de infecciones agudas, los animales deben ser tratados con sulfamidas o utilizar como método preventivo un coccidiostático en la ración. El uso masivo de

monensina en los sistemas de engorde vacuno limita la proliferación de este protozoario (Zielinski, Miranda y Rossanigo, 2011).

1.2. Antecedentes

Los ionóforos son un tipo de antibiótico que selectivamente deprimen o inhiben el crecimiento de microorganismos del rumen. Ellos se producen por varios linajes de *Streptomyces* y por lo menos se descubrieron 74 de ellos después del lasalocid, en 1951 (BOVISACC, 2001).

Los ionóforos fueron introducidos originariamente en la producción de aves como un agente anticoccidial en 1971. Desde entonces, han sido utilizados en el alimento de los rumiantes para mejorar la conversión de alimento por la regulación de los productos finales de la fermentación ruminal; así como para controlar patologías metabólicas (Gabor et al, 2003) citado por Cruz, (2001).

Durante la década del 70, la manipulación química de los productos finales de la digestión fue un área de interés para la investigación. A partir de entonces, los ionóforos, particularmente la monensina, fue reconocida como una herramienta importante en la nutrición animal. En este sentido, su uso se basó principalmente en su potencial para mejorar la eficiencia de la conversión alimenticia (ECA); es decir, para producir más producto (carne o leche) por unidad de alimento consumido y consecuentemente reducir los costos de alimentación (Bretschneider, 2009).

Los Antibióticos Promotores del Crecimiento son uno de los aditivos más utilizados en la alimentación animal. Según un estudio de la Federación Europea para la Salud Animal, en 1999 los animales de granja de la Unión Europea consumieron el 35% del total de los antibióticos utilizados, de los cuales un 6% se utilizaron como aditivos promotores del crecimiento (Carro y Ranilla, 2002).

Los ionóforos incorporados en la alimentación animal pertenecen todos al grupo carboxílico. Estos antibióticos son activos contra parásitos incluyendo coccidios (*Eimeria*) y *Plasmodium*; así como frente a bacterias Gram+ y mycoplasmas (Jiménez, 2003).

En animales son usados principalmente como promotores del crecimiento; aunque son reconocidos como coccidiostáticos. Desde su identificación, se han hecho un sin número de estudios y experimentos sobre las consecuencias de la utilización de la monensina en la dieta encontrándose que disminuyen la concentración de butirato, acetato, anhídrido carbónico y metano; lo cual representa la pérdida de 8 a 12% de la energía de la comida y aumenta la proporción de propionato; aumenta la digestibilidad de la proteína y la velocidad de paso; causa disminución de la proteólisis, desaminación y degradación ruminal de la proteína de la dieta y de la concentración de potasio y calcio (Schelling, 1984) citado por Pérez, (1999).

1.3. Justificación

Se decidió realizar este estudio utilizando monensina sodica en la dieta de los terneros lactantes debido a los beneficios nutricionales y metabólicos que se ha encontrado cuando se suministra en la dieta de los rumiantes, derivado de su acción antiprotozoárica y antibacteriana selectiva, evidenciado por (Callaway & Russell, 1999; Marshall & Levy, 2011; Koluman & Dikici, 2013; Lowicki & Huczynski, 2013; Thomas et al., 2017). Además, por su efecto como promotor de crecimiento y coccidiostato según Goodrich et al. (1984), Salles y Lucci (2000). También por su potencial para mejorar la conversión alimenticia, la ganancia de peso y el consumo de materia seca según lo demuestra Richardson et al. (1976), Menacho (1995), Betancourt (1995), Solano (1996), Pérez (1999), Raun et. Al (1976), Potter et. al. (1976) y Goodrich et. al. (1984).

El costo de los alimentos que se utilizan en la etapa de lactante es alto debido a los ingredientes que se utilizan en su fabricación (Rivera 2000); por eso es necesario hacer uso de aditivos alimentarios que ayuden a mejorar la eficiencia de los procesos digestivos de los terneros de modo que puedan aprovechar al máximo los nutrientes suministrados en las dietas tanto líquida como sólida (Jiménez, 2003). Y consecuentemente incrementar los patrones de crecimiento corporal, ganancia de peso, conversión alimenticia y la rentabilidad del sistema de crianza en las fincas lecheras grado A en la zona baja.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de monensina sódica sobre el crecimiento, conversión alimenticia, perfil hematimétrico, carga parasitaria y beneficio económico en terneros lactantes tipo leche durante un periodo de sesenta y tres días en la fase de lactante.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar la tasa de crecimiento en terneros tipo leche durante la fase inicial del levantamiento y diferenciar la influencia del sexo bajo la influencia de la monensina sódica.

Evaluar la conversión alimenticia durante la fase inicial del levantamiento al contemplar el uso de la monensina sódica.

Relacionar el uso de la monensina con el perfil sanguíneo según el hematocrito y la hemoglobina en terneros lactantes tipo leche.

Analizar la influencia de la monensina sódica sobre la carga parasitaria (*Eimeria* spp) durante la fase como lactante.

Establecer la relación costo – beneficio de la monensina sódica en la fase del levantamiento para terneros lactante tipo leche

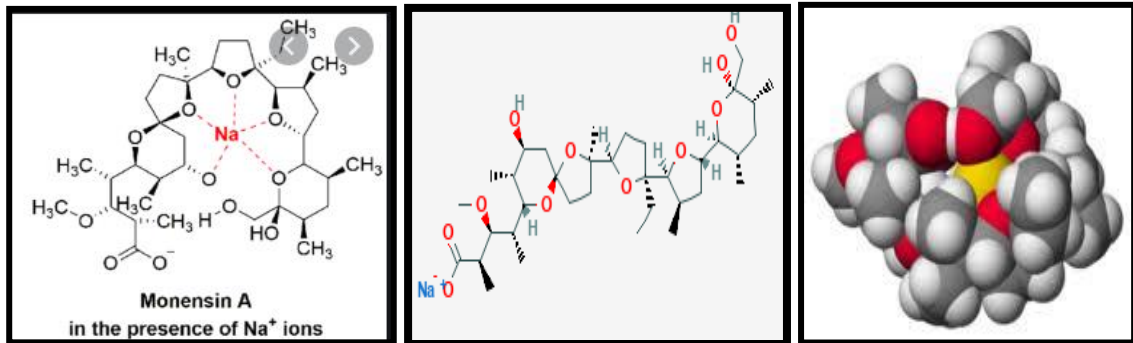
II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción del ionóforo monensina sódica.

La monensina es el principal antibiótico producido por el hongo saprófito *Streptomyces cinnamonensis* en un proceso de fermentación junto a otras drogas como lasalocid, tetranosin y lysolecelin; son ionóforos que han sido utilizados para aumentar la eficiencia alimenticia y prevenir ciertas patologías gastrointestinales y sistémicas entre otras utilidades. La monensina al 20% es un ionóforo indicado para la prevención de la coccidios en aves y para la prevención de otras patologías en bovinos (Odriozola, 2004).

A continuación, se muestran tres formas de presentación bioquímica de la molécula de monensina sódica; destacando la molécula mostrando la posición del sodio, la distribución de los átomos de oxígeno y la configuración conjugada. Esta molécula tiene la formula comprimida $C_{36}H_{62}NaO_{11}$ posee una solubilidad en agua de 3×10^{-3} g/dm³ y una masa de 692.9 g/mol (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Monensin-sodium>).

Figuras I, II y III: Presentación bioquímica molecular de la Monensina Sódica



Fuente: Internet, (2020).

2.1.1. Dosis recomendada para el uso de la monensina sódica.

En bovinos de carne y leche se recomienda 200 mg/ animal/día, equivalente a 85 a 150 g de monensina 20% Apsa/ton de alimento. De acuerdo con las recomendaciones técnicas (Manual de Elanco), los animales en crecimiento deben recibir 150 a 200 mg de monensina/cabeza/día y de 200 a 300 mg de monensina/cabeza/día cuando están en la fase de culminación de la ceba, sin exceder la dosis de 1.0 a 3.0 mg / Kg de peso vivo APSA, (2001) y Burla, (2007).

2.2. Características de la monensina sódica y su utilidad en la alimentación de bovinos

La monensina pertenece al grupo de los fármacos Ionóforos poliéteres carboxílicos, junto a lasalocid, maduramicina, narsarina, semduramicina y

salinomicina. Es un compuesto natural producido por *Streptomyces cinnamomensis*. La sal de sodio es una mezcla de cuatro análogos: A, B, C y D, que se producen durante la fermentación; siendo la monensina A, el componente principal (98%). Presenta la fórmula de $C_{36}H_{62}NaO_{11}$ y 692.9 g/mol según las descripciones en Wikipedia (Internet, 2020). Este compuesto es muy poco soluble en agua, soluble en la mayoría de los solventes orgánicos (Fernández, 2018).

Posee actividad antiprotozoárica, fundamentalmente contra *Eimeria* spp. y antibacteriana frente a Gram positivas abarcando a los géneros *Micrococcus*, *Bacillus*, *Staphylococcus* y *Streptococcus* (Callaway & Russell, 1999; Marshall & Levy, 2011; Koluman & Dikici, 2013; Lowicki & Huczynski, 2013; Thomas et al., 2017). Por otra parte, es escasa la actividad frente a Gram negativas, probablemente debido a la compleja conformación de la pared bacteriana que impide el paso de moléculas de gran tamaño (Lowicki & Huczynski, 2013) citado por Fernández, (2018).

La monensina sódica es un promotor de crecimiento que altera la proporción de ácidos grasos en el rumen, lo que genera una mayor eficiencia en el uso de la energía por parte del animal causando una mejora en la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia (Pérez, 1999).

El empleo de muchos aditivos, entre ellos los antibióticos promotores de crecimiento, se justifica porque mejoran la eficacia de los procesos digestivos y metabólicos (que se traduce en un aumento de la eficiencia de la utilización de los

alimentos y en mejoras significativas de la ganancia de peso), los parámetros reproductivos y el estado sanitario de los animales (Jiménez, 2003).

Cuando se suministra a rumiantes incorporada al pienso en pequeñas cantidades modifica la microflora ruminal, inhibiendo específicamente a bacterias gram positivas cuyos productos de fermentación son principalmente el ácido acético, el ácido butírico, el hidrógeno y el ácido láctico. Como resultado de esta inhibición, la eficacia de utilización de energía mejora debido al incremento en la producción de ácido propiónico y la reducción de la producción de acético y metano. Además, los ionóforos inhiben la proteólisis y la desaminación, resultando en una reducción de la concentración de amoníaco y una mejora en la utilización de la proteína. Estos cambios resultan en una mejora en la utilización de los alimentos y de la producción. Además, sus efectos en grupos bacterianos específicos reducen el riesgo de acidosis y timpanismo (Jiménez, 2003).

Finalmente, se ha considerado que hay beneficios relacionados con el tiempo para alcanzar la pubertad y el potencial reproductivo en las vaquillonas; debido a la relación que existe entre los ácidos grasos volátiles; especialmente del ácido propiónico con la secreción y síntesis de las hormonas reproductivas (APSA, 2001).

2.3. Mecanismos y beneficios fisiológicos de la monensina sódica en los procesos digestivos del bovino lactante

Con respecto al modo de acción, aún no se ha establecido con precisión. Es probable que estas sustancias estabilicen o modulen la actividad de las bacterias colonizadoras intestinales por varios mecanismos diferentes, quizá simultáneos y probablemente potenciados; siendo posible como consecuencia de una compleja interacción con factores nutritivos, microbianos, fisiológicos y patológicos, que tienden a producir cambios en la relación entre las especies, distribución topográfica y metabolismo de la flora intestinal. Esto favorece la presencia y actividad de aquellos microorganismos involucrados en el metabolismo intermediario en el aporte de factores de crecimiento imprescindibles y que compiten con bacterias patógenas (Errecalde et al., 1994).

2.3.1. Modificaciones de la pared celular microbiana

Son efectivos frente a gérmenes Gram positivos, en los que determinan una acción bactericida, situación que no se observa en los Gram negativos, en los cuales provocarían sólo discretas lesiones subletales en la pared celular. Por ende, la acción sobre los microbios los hace más susceptibles a los mecanismos de defensa del huésped. La actividad antimicrobiana selectiva disminuye algunas especies; tales como: *Clostridium perfringens*, *Streptococcus fecalis*, *Lactobacillus* spp. y permitiría el incremento de otras. El comportamiento de los

microorganismos varía con el tipo de bacteria, las condiciones ambientales y el tipo de alimentación (Errecaide et al., 1994).

2.3.2. Acción sobre la pared intestinal

La menor cantidad de bacterias intestinales provocaría una reducción de la proliferación celular, con aumento de la superficie de absorción, probablemente como resultado de la menor producción de toxinas microbianas. Este fenómeno también ha sido observado en los animales criados libres de gérmenes. Aunque no necesariamente se comporten como antimicrobianos, es probable que los antibióticos ionóforos interfieran con las membranas celulares de la mucosa digestiva; favoreciendo la absorción de nutrientes. Una enzima integral de la membrana interna de las vellosidades intestinales, denominada fosfatasa alcalina, se relaciona con el transporte de minerales a través de la pared intestinal, debido a que algunos de los nutrientes sólo pueden ingresar a la célula si son previamente defosforilados por esta enzima, cuya actividad es intensa en animales con poblaciones bacterianas controladas. Los antimicrobianos adicionados al alimento aumentarían la actividad de la enzima, pero el mecanismo es desconocido (Errecaide et al., 1994).

2.3.3. Acciones metabólicas

En los animales monogástricos, los microbios compiten por los nutrientes con el huésped.; de modo que los antimicrobianos pueden inducir cambios en el

metabolismo. Las bacterias intestinales tienen capacidad para descarboxilar aminoácidos y originar aminas tóxicas (histaminas) para el huésped que también tienen relación con la velocidad de tránsito de la ingesta, pues afectan la motilidad intestinal. Asimismo, a partir de proteínas, producen amoníaco, el cual es conocido tóxico para homeotermos y además, los microbios producen endo y exotoxinas con efectos sobre tejidos animales. Los auxínicos actuarían impidiendo la degradación proteica microbiana. En cambio, la degradación celulósica realizada por los microbios es considerada benéfica, debido a que los gérmenes poseen enzimas que están ausentes en el huésped, aunque la intervención bacteriana sobre algunos carbohidratos, como la glucosa, constituye una pérdida energética. El metabolismo bacteriano sobre lípido y proteínas puede ser desfavorable, no sólo en términos energéticos, sino nocivo para el animal. Un mecanismo adicional, sobre cierta actividad sistémica de los antimicrobianos capaces de estimular la síntesis proteica en el hígado y el desempeño de enzimas intestinales como han sugerido Kaemmerer y Dey Hazra (1984) en estudios realizados con olaquinox y otras sustancias (Errecalde et al., 1994).

2.3.4. Mecanismos de acción antimicrobiana

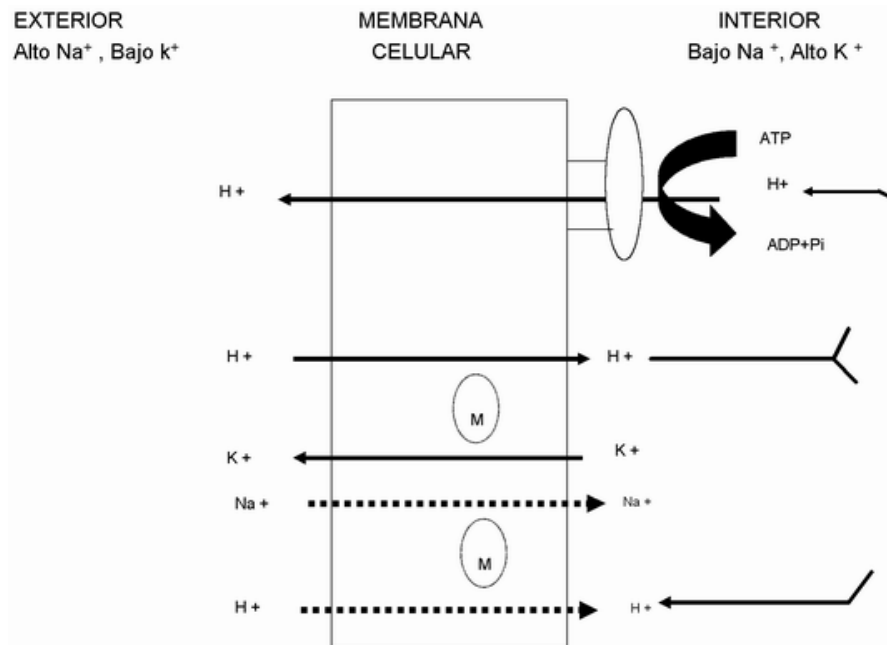
Los ionóforos son compuestos que transportan iones de un lado a otro de las membranas celulares, esto lo hacen a favor de un gradiente eléctrico y en contra del gradiente homeostático normal y por ello son denominados portadores de iones. Estos agentes forman el complejo ionóforo-ión metálico los cuales pasan fácilmente a través de las membranas ya que rodean al ión con estructuras

hidrofóbicas. Al crear alteraciones eléctricas a través de la membrana mitocondrial, desacoplan la transferencia electrónica de la fosforilación oxidativa (Calle, 2011).

Cada compuesto tiene mayor afinidad hacia un ión específico y la monensina lo tiene hacia el sodio (Na^+). Al ingresar este aditivo junto al Na^+ a la célula permite el ingreso de este ión a la mitocondria, neutralizando el exceso de cargas negativas en la matriz mitocondrial y disminuyendo de esta forma el componente eléctrico normal. Por otro lado, el ingreso de una carga positiva (Na^+) obliga a sacar otra para mantener la homeostasis; expulsando un protón (H^+). Al producirse la transferencia en contra de un gradiente se necesita energía y la obtiene del trifosfato de adenosina (TPA). Por lo tanto, al consumir la energía de la célula y bloquear las reacciones de generación de ATP de la misma se produce la lisis celular (calle, 2011).

El modo de acción de la monensina es un fenómeno biofísico más que un evento bioquímico específico (Lowe et al., 1991). El mecanismo de acción de la monensina consiste en la interferencia del flujo de iones que mantiene el potencial de membrana (o fuerza protón-motriz) a través de las membranas celulares de las bacterias (o de los protozoos), lo que provoca la reasignación de los recursos de energía para mantener el pH celular y el equilibrio iónico, en lugar del crecimiento y la reproducción (JECFA, 2008).

Figura: IV. Efecto de la monensina en el flujo de iones en *S. bovis*



Fuente: Russell, 1987.

Otros efectos benéficos que se observan por el uso de la monensina incluyen la disminución del riesgo de edema y enfisema pulmonar, la reducción de las concentraciones séricas de potasio, magnesio y fósforo y la elevación de las concentraciones séricas de glucosa y ácidos grasos volátiles (Dowling, 2013) citado por Fernández, (2018).

Los ionóforos modifican la permeabilidad de la membrana citoplasmática de las bacterias del rumen, produciendo una mejor utilización de las moléculas de NADH^+ por las bacterias propiogénicas; alterando el nivel ruminal y la proporción de ácidos grasos volátiles (Acevedo, 1993).

2.4. Principales resultados sobre el uso de la monensina sódica en la alimentación de bovinos.

Richardson et al. (1976) teóricamente calcularon que con el consumo de monensina sódica el ahorro de energía por parte del animal era de 5.6%. Esta mejora en el desempeño animal se debe al incremento en la retención de carbono y energía en la fermentación del rumen. Según Thompson y Riley (1980) la utilización de monensina sódica no altera la conversión alimenticia cuando hay exceso (15%) o deficiencia (9%) de proteína en la dieta, lo que nos indica que este producto solo mejora el parámetro antes mencionado cuando la dieta es óptima para el requerimiento animal. Según Goodrich et al. (1984), el uso de monensina sódica incrementó el crecimiento en 1.6% y redujo el consumo en 6.4%; mejorando los índices de conversión alimenticia.

Acevedo (1993) encontró que no había diferencias significativas entre la ganancia diaria de peso, el consumo voluntario y la conversión alimenticia con la adición de monensina sódica. Sin embargo, las diferencias numéricas que se encontraron en el desempeño animal demostraron una ventaja económica en favor de la utilización de monensina sódica.

Pérez, (1999) reportó en su estudio que la conversión alimenticia fue 6.46, sin encontrar diferencia entre los tratamientos. Estos resultados difieren de lo reportado por Goodrich et al. (1984), Potter et al. (1976) y Davis y Ehart (1976),

quienes encontraron una disminución de 6.2, 14.0 y 15.6 % respectivamente. En trabajos anteriores, Betancourt (1995) y Acevedo (1993), tampoco encontraron diferencia al incluir este aditivo en la dieta. Thompson y Riley (1980), reportaron datos similares y no encontraron diferencia en la conversión alimenticia cuando las dietas no cumplían con los requerimientos óptimos.

Betancourt (1995) encontró que la adición de la monensina sódica no mejoró las ganancias diarias de peso, sin embargo, el consumo se redujo en un 6.87% y no encontró diferencia significativa en la conversión alimenticia. Menacho (1995) encontró que la adición de monensina sódica mejoró la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia y redujo el consumo de materia seca. Solano (1996) reportó que al adicionar monensina sódica a la dieta no mejoró la ganancia diaria de peso, ni la conversión alimenticia, pero redujo la ingestión de materia seca.

Según Pérez A., (1999) el promedio de ganancia diaria de peso durante todo el estudio fue de 862 g para el testigo y 873 g cuando se adicionó monensina como aditivo alimenticio; el cual fue 1.24 % superior al primero. Pero no se encontraron diferencias entre los tratamientos ($P=0.847$). Este incremento en la ganancia diaria fue insignificante comparado con lo reportado por Raun et al. (1976) y Potter et al. (1976), de 4.25 y 21.5%.

Pérez (1999) reveló que no hubo diferencias en el consumo de materia seca ($P=0.94$). El promedio durante el total del experimento fue de 2.27 kg de materia seca/100 kg de peso vivo. El promotor de crecimiento generó un aumento en el

consumo de materia seca de 0.5%, siendo estos resultados totalmente contrarios a los reportados por Goodrich et al. (1984) y Raun et al. (1976), quienes mencionan disminuciones de 6.4 y 11.4% respectivamente. Datos similares encontraron Potter et al. (1976), de que la adición de monensina sódica mantiene constante el consumo de los animales. De acuerdo con Goodrich et al. (1984), la ingestión de materia seca disminuye a medida que aumenta la concentración de monensina sódica.

Salles y Lucci (2000) en su estudio señalan que la suplementación con monensina mostró resultados con regresión cuadrática ($P < 0.05$) para ingestión de materia seca, donde los niveles de ingesta también son aumentados al nivel máximo en el nivel de 0.8 mg de monensina / kg PV. y consumo de 5.02 kg ms /animal / día, disminuyendo a 4.75 kg de ms / animal / día a un nivel de 1.2 mg de monensina / kg PV pero aún con ingestión por encima del control.

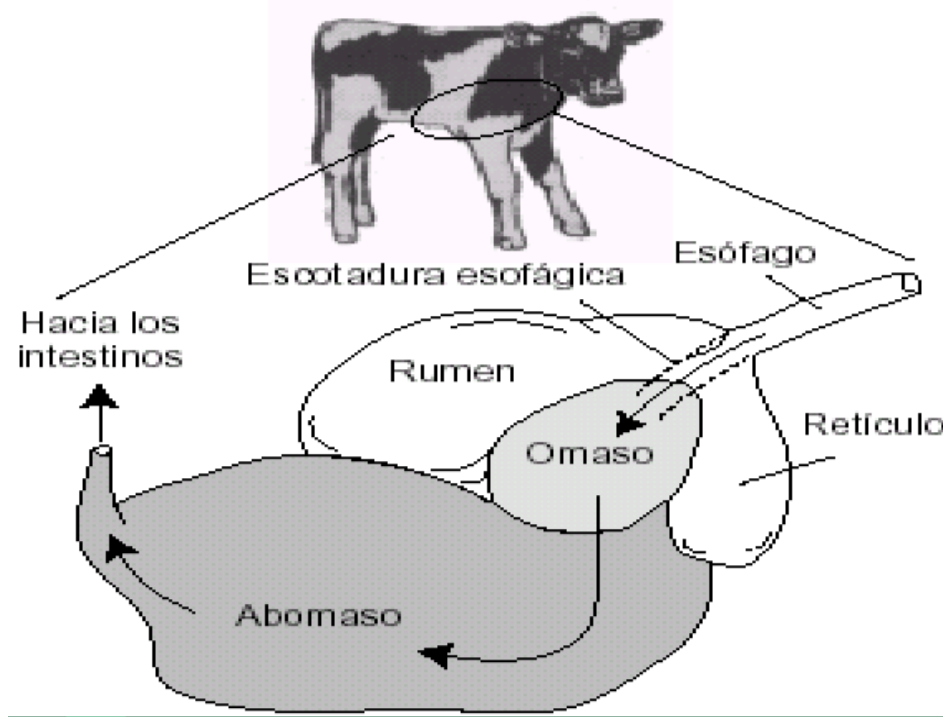
De acuerdo con Baile et al. (1979) citado por Salles y Lucci (2000) puede ocurrir rechazo a la comida suplementada con ionóforo, disminuyendo su consumo. En el presente caso, a diferencia de la mayoría de los trabajos, la suplementación fue antes de que los animales recibieran sus comidas. Las conversiones de alimentos no mostraron resultados significativos (con un promedio general de 3.7 kg de Ganancia/kg), presentando mejores resultados que el encontrado en varios experimentos citados en la literatura.

Salles y Lucci (2000) en su estudio señalan que las ganancias en perímetros torácicos presentaron regresión cuadrática, con el punto máximo a nivel de 0.8 mg/ kg PV (39.8 cm / animal), disminuyendo en el 1.2 mg/kg PV (36.6 cm / animal), pero con un promedio de tratamiento superior al control. Los resultados de ganancias en altura a la cruz, observadas no presentó homogeneidad de varianzas, se encontró que el tratamiento controlado difería de los demás, ya que la monensina causaba aumento en la ganancia de altura a la cruz ($P < 0.05$). Estos datos confirman el mayor crecimiento óseo en los animales suplementados con monensina. En oposición, Meinert y col. (1992), al estudiar el crecimiento de las vaquillas Holstein no encontraron diferencias significativas en la altura a la cruz y el perímetro torácico.

2.5. Características del tracto digestivo del ternero durante la fase de lactante y cambios histológico.

El ternero nace con su aparato digestivo adaptado a una dieta láctea y por lo tanto, propia de un no rumiante. Por esta razón, los divertículos estomacales (DE), no funcionales, son pequeños al nacimiento y el cierre de la gotera esofágica desvía la leche directamente al abomaso. La gotera esofágica es una estructura anatómica que conecta el esófago con el abomaso. Bajo condiciones normales de alimentación los DE se van desarrollando mientras se hacen funcionales (Relling y Mattioli, 2003).

Figura V. Distribución de los compartimentos gástricos en el ternero neonato.



Fuente: Moran, (2002).

Tabla I. Capacidades relativas de las divisiones del estómago del ternero en función de la edad expresadas como porcentaje de la capacidad gástrica total.

| EDAD (SEMANAS) | RETICULO-RUMEN % | OMASO % | ABOMASO % |
|----------------|------------------|---------|-----------|
| Neonato | 40 | 4 | 56 |
| 3 | 48 | 4 | 36 |
| 7 | 66 | 4 | 23 |
| Adulto | 85-90 | 3-5 | 8-9 |

Fuente: Relling y Mattioli, (2003).

2.6. El desarrollo de los divertículos estomacales suele dividirse en tres períodos.

2.6.1. Entre el nacimiento y las tres semanas de vida.

El animal es “lactante”, posee sólo capacidad de digerir leche y depende de la absorción intestinal de la glucosa para mantener un valor de glucemia normal y fisiológica que es semejante al de un no rumiante (alrededor de 1 gr/litro ó 100 mg/dL según Relling y Mattioli (2003).

2.6.2. Entre las tres y las ocho semanas de vida.

Es un “período de transición” durante el cual el animal comienza a ingerir pequeñas cantidades de alimento sólido y se van desarrollando gradualmente los DE. Los valores de glucemia comienzan a disminuir mientras aumenta la concentración plasmática de ácidos grasos volátiles (AGV), especialmente acetato (C2), propionato (C3) y butirato (C4) (Relling y Mattioli, 2003).

2.6.3. A partir de las ocho semanas de vida.

Los divertículos estomacales están bien desarrollados y permiten una digestión fermentativa propia del “rumiante adulto” (Relling y Mattioli, 2003).

2.7. Fisiología digestiva durante el período de transición de lactante a rumiante.

Anatómicamente el rumen se desarrolla a partir de la porción no secretora del estómago (Church, 1979). El aparato digestivo de los rumiantes al nacer funciona muy parecido al de los monogástricos, debido a que el rumen tiene un desarrollo muy rudimentario. Sin embargo, su especial pauta de motilidad ya está perfectamente establecida desde el nacimiento. El desarrollo del rumen implica, por lo tanto, la implantación de la masa microbiana y la capacidad de absorción de nutrientes. El tiempo que tardan los animales en desarrollar anatómicamente y funcionalmente el rumen determina el ritmo al que los procesos digestivos pasan de depender de las enzimas producidas por el animal, a la relación simbiótica que se establece con los microorganismos ruminales (Orskov, 1988) citado por Relling y Mattioli, (2003).

La transición de lactante a rumiante implica para el ternero una serie de pasos adaptativos. Estos incluyen cambios en la morfología y funcionalidad del aparato digestivo, el desarrollo de la flora microbiana normal y también cambios metabólicos. El desarrollo del aparato digestivo es variable y depende del tipo de dieta. El desarrollo de las papilas ruminales depende en cambio de la concentración de AGV, como mecanismo adaptativo para aumentar la superficie para su absorción (Relling y Mattioli, 2003).

Figura VI. Desarrollo del rumen bovino en la fase de lactante a rumiante.



Fuente: Internet, imagen de google.

El ternero nace con una flora bacteriana que se desarrolla junto con la funcionalidad de los divertículos estomacales. Durante la primera semana pueden encontrar en los divertículos estomacales primitivas bacterias celulolíticas, y durante las tres primeras semanas aumenta la flora productora de lactato, y recién hacia la sexta semana están presentes todas las especies propias del adulto. La flora intestinal también cambia, pero dependiendo del calostrado, ya que predominan antes especies como *E. coli*, *Streptococos* y *Clostridium welchii*, mientras que luego del calostrado predominan los *Lactobacillus*. El desarrollo inicial de la flora lactogénica en el rumen se debe al escape esporádico de leche desde la gotera esofágica que propicia descensos temporales del pH en un rumen totalmente involucionado (Relling y Mattioli, 2003).

Esto retrasa el establecimiento de los protozoos que son muy sensibles al pH ácido. Por esta razón los protozoos tardan semanas en establecerse y a diferencia de las bacterias necesitan del "contagio" desde otro adulto, situación que se

genera especialmente por el consumo de agua o alimento contaminado. Si este contagio no ocurre, los rumiantes pueden vivir años sin desarrollar su fauna ruminal. La capacidad de rumiar también aumenta desde 3 períodos diarios de 15 minutos cada uno a las dos semanas de vida asciende a 12 por día de 23 minutos a las 5 semanas y adquiere la capacidad total recién a los tres meses. La masticación se hace a su vez más efectiva, disminuyendo el tamaño de cada bolo, pero aumentando el número de bolos masticados, de menor tamaño y con mayor fuerza de masticación. Desde el punto de vista metabólico la principal fuente energética que se absorbe pasa de ser la glucosa a los AGV, lo cual genera cambios metabólicos que incluyen una activa gluconeogénica y la alternativa de emplear el acetato directamente como fuente energética o cetogénica (Relling y Mattioli, 2003).

2.8. Requerimiento nutricional y alimenticio del ternero lactante

Los animales jóvenes representan uno de los mayores problemas en las explotaciones comerciales, puesto que es en este momento cuando se deben sentar las bases para un correcto crecimiento y es a su vez, cuando más delicados son todos los animales en general (Bacha, 1999).

A los problemas que tiene este primer periodo de crecimiento en los rumiantes y específicamente en los terneros, se añade el desarrollo de las porciones anteriores del tracto digestivo hasta lograr las dimensiones y proporciones que tendrán en su vida adulta (Bacha, 1999).

La energía es uno de los nutrimentos más limitantes en las explotaciones pecuarias y todos los animales requieren energía para mantener las funciones corporales básicas, como lo son crecer, producir y reproducirse. En el caso de animales jóvenes, como las terneras, la energía es utilizada para el mantenimiento y crecimiento y la carencia de esta provoca un crecimiento lento, retardo en la pubertad y bajos porcentajes de concepción, entre otros (Elizondo, 2013).

Los requerimientos de energía de las terneras se pueden subdividir en energía para mantenimiento y energía para crecimiento. De la energía bruta (calor de combustión) de una dieta en particular, parte de la energía se pierde en las heces y la orina, y en el caso de los rumiantes, una cantidad adicional se pierde como energía en los gases producto de la fermentación en el rumen (Elizondo, 2013).

La energía bruta de los alimentos, menos la pérdida en estas tres fuentes se conoce como EM. En una ternera con el rumen desarrollado, también se produce calor en el proceso de fermentación y este valor se debe reducir de la EM. En el caso de una ternera con el rumen desarrollado, se dan todavía tres pérdidas adicionales de energía como calor. Primero, se produce calor como producto de la respiración, circulación, tono muscular u otros procesos vitales; esta pérdida de calor se conoce como metabolismo basal o en ayunas. En segundo lugar, se produce calor como resultado de la utilización de los alimentos (incremento calórico de la alimentación), debido a los procesos metabólicos que ocurren dentro de los tejidos. Finalmente, se produce calor como resultado de la actividad voluntaria normal como beber, caminar, ponerse en pie, echarse y jugar. La EM

menos las pérdidas descritas anteriormente de la EN para ENm, ENL y ENg, y que está almacenada, principalmente como grasa y proteína, que resultan útiles para el crecimiento de la ternera (Elizondo, 2013).

Es interesante apreciar que, en una ternera pre-rumiante, la utilización del alimento será más eficiente que en una ternera que tiene el rumen desarrollado o funcional. Primeramente, las pérdidas de energía en las heces de un animal pre-rumiante son menores ya que la digestibilidad de la materia seca de la leche es alrededor de un 96%, comparado con la de un alimento balanceado de un 88%. Segundo, no hay pérdida de energía como resultado de la fermentación ruminal (Roy 1970, Davis y Drackley 1998, NRC 2001).

2.8.1. Requerimiento de energía para terneras alimentadas con leche o reemplazador de leche y alimento balanceado.

Los alimentos líquidos continuarán siendo la principal fuente de nutrientes para mantenimiento y crecimiento hasta que las terneras estén consumiendo más de 0,45 kg de alimento balanceado por día. Sin embargo, bajo un buen manejo en las fincas lecheras, las terneras deberían estar consumiendo una apreciable cantidad de nutrientes provenientes del concentrado hacia la tercera y cuarta semana de vida. El consumo de materia seca (MS) del concentrado puede rondar cerca de 0,8 - 1,0% del PV a las tres semanas de edad y hasta 2,8 - 3,0% a las ocho semanas. Para motivar el consumo temprano de alimento sólido, las terneras

deben tener acceso libre al agua y a un alimento nutritivo y apetecible desde la primera semana de vida. (Davis y Drackley, 1998).

Los requerimientos de energía para mantenimiento y ganancia de peso en esta fase son los mismos para el animal pre-rumiante que consume solo leche, o reemplazador de leche, pero la eficiencia con que se utiliza la EM para mantenimiento y ganancia de peso es un poco más baja que aquella en animales que solamente consumen una dieta líquida. Sin embargo, la eficiencia con que se aprovecha la EM de la leche o el reemplazador de esta, se asume que no cambia cuando se ofrece alimento balanceado (Elizondo, 2013). Las eficiencias de EM de dietas sólidas para mantenimiento y ganancia de peso se fijaron a 75 y 57% (NRC, 2001).

2.8.1.1. Efecto de la temperatura ambiental sobre los requerimientos de energía.

Los requerimientos energéticos están calculados bajo la premisa de que los animales están en un ambiente termo neutral durante las transformaciones de energía. En dichos ambientes, el animal no requiere utilizar energía en mecanismos para conservar o disipar el calor (NRC 1981). La zona termo neutral en terneras muy jóvenes oscila entre los 15-25°C (NRC 2001). Por lo tanto, cuando la temperatura ambiental es menor a los 15°C y mayor a 25 °C, la ternera debe gastar energía para mantener su temperatura corporal, es decir los requerimientos de energía para mantenimiento se incrementan. Para lograr ganancias de peso

adecuadas, se requiere suplir los requerimientos nutricionales, principalmente de energía metabolizable (EM) y proteína bruta (PB), las que se deben ser suministradas de manera adecuada en la dieta (Elizondo, 2013).

Excepto por el agua, el primer requerimiento de un animal es la energía. La proteína es el segundo componente nutricional más importante de la dieta y regularmente recibe la mayor atención ya que es el componente más caro de la ración para la ternera (Davis y Drackley, 1998). Como todos los animales, la ternera requiere de aminoácidos más que de proteína. Sin embargo, la falta de suficiente información en la nutrición de aminoácidos no deja alternativa que establecer los requerimientos de nitrógeno (N) de la ternera en términos de proteína (Elizondo, 2013).

2.8.2. La Proteína

La proteína dietética generalmente se refiere a la proteína cruda (PC), que, para los alimentos, se define como el contenido de nitrógeno multiplicado por 6.25. La definición se basa en que el contenido promedio de nitrógeno (N) en los alimentos es igual a 16 gramos por cada 100 gramos de proteína (NRC, 2001); no obstante, en la leche es de 6.38% ya que la proteína de la leche solo tiene 15.67% de nitrógeno (Larson, 1974).

Las proteínas son las macromoléculas biológicas más abundantes. Se encuentran en todas las células y todos sus componentes. Las proteínas se encuentran en

gran variedad de formas y tamaños, variando desde pequeños péptidos hasta inmensos polímeros; exhibiendo también una enorme diversidad de funciones biológicas (Nelson y Cox, 2000). Determinar en las terneras el requerimiento de este esencial nutriente y satisfacerlo, permitirá mejorar el desempeño productivo de los animales.

2.8.2.1. Requerimientos de proteína

Los requerimientos de proteína de las terneras, al igual que para otros animales, se pueden subdividir en aquella requerida para mantenimiento y aquella requerida para crecimiento. Los requerimientos de mantenimiento constituyen pérdidas obligatorias de nitrógeno, mientras que los de crecimiento se refieren al nitrógeno retenido en los tejidos. De acuerdo con Davis y Drackley (1998), los requerimientos de proteína para mantenimiento de la ternera es una función de dos factores: Pérdidas por N metabólico fecal y perdidas por N endógeno urinario.

El nitrógeno metabólico fecal o nitrógeno fecal endógeno (NFE) es aquel que se encuentra en las heces pero que no es de origen dietético. Este N proviene del tejido que se desprende del tracto gastrointestinal con el paso de alimento, de residuos bacteriales, y de secreciones digestivas. Como puede suponerse, las pérdidas de N por esta vía son relativamente pequeñas en terneras lactantes (NRC, 2001).

Las pérdidas por N endógeno urinario (NUE) se origina del metabolismo de tejido. Esto es evidente del hecho que siempre ocurre pérdida de N por esta vía aun cuando el animal consume una dieta libre de N (Davis y Drackley, 1998). Además de las dos pérdidas anteriores, una pequeña cantidad de proteína es necesaria para reponer el N de la superficie corporal. Esta pérdida ocurre por caída de pelo, células y secreciones de la piel. Sin embargo, debido a que la pérdida es tan pequeña, alrededor de 2-3 g/día, se considera insignificante y no se toma en cuenta (Davis y Drackley, 1998; NRC 2001). Con relación al requerimiento de N para crecimiento, éste tiene que ver solamente con aquel N que es retenido en los tejidos del animal.

Otro factor que se toma en consideración para calcular los requerimientos de proteína de las terneras es el valor biológico de la proteína consumida. Esto es simplemente una medida de que tan bien los aminoácidos de la proteína ofrecida llenan los requerimientos de los aminoácidos del animal. El valor biológico se determina como un porcentaje de los aminoácidos absorbidos que son retenidos en el cuerpo ($N \text{ retenido}/N \text{ absorbido} \times 100$). Bajo condiciones ideales, la proteína en la leche tiene un valor biológico entre 80 y 90% (Roy, 1970).

Para cubrir los requerimientos nutricionales, se ha de considerar que los sustitutos lácteos presentan marcadas diferencias, las cuales se deben principalmente a las materias primas utilizadas en su formulación y a la tecnología utilizada en su fabricación (Mella y González, 2013). La composición química y la bromatología del sustituto son esenciales para que la cantidad a suministrar pueda respetar el

tracto digestivo y cumplir con los requerimientos nutricionales, mostrados en las tablas II, III, IV y V.

Tabla II. Características nutricionales de los sustitutos lácteos (base materia seca).

| Nutrientes | Rango |
|---------------------------------|-----------------|
| Proteína (%) | 20 – 22 |
| Grasa (%) | 14 – 20 |
| Fibra Cruda (%) | < 0,1 – 0,6 |
| Lactosa (%) | 38 – 48 |
| Energía Metabolizable (Mcal/kg) | 3,8 – 4,6 |
| Vitamina A (UI/kg) | 10.000 – 50.000 |
| Vitamina D (UI/kg) | 2.200 – 10.000 |
| Vitamina E (UI/kg) | 60 – 200 |

Fuente: Garzón, (2008).

Tabla III. Valores nutricionales recomendados en el concentrado iniciador.

| Nutriente | Nivel |
|-----------------------------|-------|
| Proteína (%) | 18-20 |
| EM (Mcal/kg) | 2.80 |
| EN _{gan} (Mcal/kg) | 1.75 |
| TDN (%) | 78-80 |
| Calcio (%) | 0.80 |
| Fosforo (%) | 0.60 |

Fuente: Almeyda, (2005).

Tabla IV. Requerimientos de las terneras de lechería con ganancia de 600g/día.

| Peso(kg) | Pc(g) | EM _m (Mcal) | EM _g (Mcal) | EM _t (Mcal) |
|----------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 40 | 190.32 | 1.59 | 1.69 | 3.28 |
| 45 | 192.47 | 1.62 | 1.70 | 3.32 |
| 50 | 196.77 | 1.88 | 1.82 | 3.70 |
| 55 | 198.92 | 1.91 | 1.83 | 3.74 |
| 60 | 205.38 | 2.11 | 1.95 | 4.11 |
| 65 | 205.39 | 2.19 | 1.96 | 4.15 |
| 70 | 212.90 | 2.42 | 2.06 | 4.48 |
| 75 | 215.05 | 2.45 | 2.07 | 4.52 |

Fuente: NRC, (2001).

Tabla V. Requerimientos nutricionales diarios de terneros alimentados con leche y concentrado inicial.

| Peso vivo (kg) | Aumento de peso (kg) | EM (Mcal/día) | PB (gr/día) |
|----------------|----------------------|---------------|-------------|
| 35 | 0,2 | 1,96 | 87 |
| | 0,4 | 2,55 | 145 |
| 40 | 0,2 | 2,14 | 90 |
| | 0,4 | 2,76 | 148 |
| | 0,6 | 3,44 | 205 |
| 50 | 0,2 | 2,48 | 96 |
| | 0,4 | 3,15 | 154 |
| | 0,6 | 3,89 | 212 |
| | 0,8 | 4,69 | 270 |
| 60 | 0,2 | 2,80 | 102 |
| | 0,4 | 3,51 | 159 |
| | 0,6 | 4,31 | 217 |
| | 0,8 | 5,16 | 275 |

Fuente: Anrique et al., (2008).

2.9. Modelo de alimentación ideal para los terneros tipo leche como lactante

Desde el nacimiento, la ternera comienza un proceso tendiente a alcanzar su potencial para llegar a ser una hembra de reemplazo del rebaño lechero. Para lograr este objetivo, se requieren crías sanas, a las cuales se les provea una buena alimentación, tendiente a suplir sus requerimientos nutricionales para mantenimiento y el crecimiento de manera adecuada (Soberon, 2012) citado por Mella y González, (2013).

Los sistemas tradicionales de crianza artificial de terneros se han centrado en restringir la cantidad de leche entera o sustituto lácteo ofrecido, para estimular el consumo de concentrado inicial o grano, en un esfuerzo por acelerar el destete, reducir las diarreas y otras enfermedades y disminuir los costos de alimentación. Sin embargo, las investigaciones realizadas en los últimos años, sugieren que ésta estrategia no ha sido exitosa (Soberon, 2012) citado por Mella y González, (2013).

Tradicionalmente, la recomendación para el suministro de sustituto lácteo ha sido otorgar diariamente 4 litros por ternero, divididos en dos parcialidades de igual volumen desde el nacimiento hasta el destete. En su preparación se considera una dilución de 100 a 125 gr de polvo por litro de agua. En la actualidad, como fruto de la investigación realizada en el área, esta práctica ha cambiado; recomendándose volúmenes variables de sustituto conforme el animal crece. Así, por ejemplo, se ha difundido el aportar entre 5.0 a 6.0 L diarios, dependiendo del

peso vivo del animal a partir de la primera semana de vida. Este volumen disminuye hasta 2.0 L/día en la medida que se alcanza el peso de destete; que ocurre aproximadamente al doble del peso al nacimiento (Mella y González, 2013).

Los valores del programa de alimentación con valor práctico en tiempo se muestran en las tablas VI y VII; destacando las cantidades de leche por día y la adición de agua consumida (Ceracio y colaboradores, 2004); así como el consumo de alimento concentrado iniciador a medida que el animal aumenta de edad en las primeras ocho semanas de vida a partir del nacimiento. (Almeyda, 2005).

Tabla VI. Programa de destete precoz de terneras con sustituto lácteo

| EDAD | | SUSTITUTO LÁCTEO (litro/día) | AGUA (litro/día) |
|--------|---------|---------------------------------|---------------------|
| Semana | Días | | |
| 1 | 0 - 5 | C | - |
| | 6 | 2 + L. E. | - |
| | 7 | 3 + L. E. | - |
| | 8 | 4 + L. E. | - |
| 2 | 9 - 14 | 5 | 1 |
| 3 | 15 - 21 | 6 | 1 |
| 4 | 22 - 28 | 6 | 2 |
| 5 | 29 - 35 | 4 | 2 |
| 6 | 36 - 42 | 2 | 3 |
| 6.5 | 43 - 45 | 1 | 3 |

Fuente: Ceracio *et al.* (2004).

Tabla VII. Programa de destete precoz en 60 días.

| Peso (kg) | Edad Semana | Días 1-56 | Concentrado iniciador para Terneras | |
|--------------|----------------|--------------|-------------------------------------|------|
| | | | kg/d | gr/d |
| 40 | 1 | 1-7 | - | - |
| 45 | 2 | 8-14 | 0.15 | 150 |
| 50 | 3 | 15-21 | 0.35 | 350 |
| 55 | 4 | 22-28 | 0.50 | 500 |
| 60 | 5 | 29-35 | 0.75 | 750 |
| 65 | 6 | 36-42 | 1.00 | 1000 |
| 70 | 7 | 43-49 | 1.25 | 1250 |
| 75 | 8 | 50-56 | 1.50 | 1500 |

Fuente: Almeyda, (2005).

2.10. Principales variaciones en la dieta del ternero lactante y modelos de alimentación.

2.10.1. Fases de alimentación de terneras en la etapa de pre-destete.

La NRC (2001) reconoce tres fases relacionadas con el desarrollo de las funciones digestivas:

Fase de alimentación líquida: Todos o casi todos los nutrientes se satisfacen con leche o reemplazador de leche. La calidad de estos alimentos se preserva por la funcionalidad de la gotera esofágica, que dirige los líquidos directamente al abomaso y así evita su degradación bacteriana en el retículo-rumen.

Fase de transición: tanto una dieta líquida como una sólida a base de alimento balanceado contribuyen a satisfacer los requerimientos nutricionales de las terneras.

Fase de rumiante: la ternera deriva sus nutrientes de alimentos sólidos, especialmente a través de la fermentación microbiana en el retículo-rumen.

El sistema de crianza de terneras está orientando hacia nuevas técnicas de alimentación con el fin de disminuir los costos en leche, mano de obra sin afectar la salud y el bienestar de la ternera. Para lograrlo es necesario intensificar el plan de alimentación desde el nacimiento en la búsqueda de un destete temprano y favorecer un desarrollo en la madurez anatómica y funcional del sistema digestivo de las terneras (Elizondo y Sánchez, 2012).

2.10.2. Consumo de calostro.

La primera alimentación del ternero es el calostro y la leche de transición, ingeridos durante 2 a 3 días a razón de un litro por cada 10 kg de peso, suministrada en 2 raciones al día (Pineda, 2017). Es importante que la primera toma de calostro sea dentro de las dos primeras horas de nacido. En cantidad de 1,5 a 2,5 litros. Repetir esto 6-8 horas después y luego 2 litros por ración dos veces al día por 2 a 3 días (Quintero, 2007).

2.10.3. Leche entera de vaca

La leche es un alimento rico en nutrientes y es muy bien aprovechada por el ternero en sus primeros días de vida. En los sistemas de crianza artificial de terneros, la cantidad de leche que se entrega a los animales y el tiempo de suministro va a depender de la experiencia que tenga el criador (Hazard, 2000).

2.10.4. Sustituto de leche comercial

Cuando son bien fabricados y contienen los nutrientes adecuados, permiten un rendimiento cercano o igual al que se obtiene con leche entera. Son más económicos, porque en su formulación se ocupan nutrientes alternativos como proteínas y grasas de origen vegetal, entre otros, para bajar costos (Lanuza, 2006).

En general, se debe diluir un kilogramo de sustituto en 7 litros de agua que no sobrepase los 40-45°C para no afectar la calidad nutricional y para que cuando se racione a los terneros, la temperatura esté cerca de 38°C. Lo más común es ofrecer una cantidad limitada de dieta láctea, para generar "hambre" por otros alimentos de muy buena calidad. Un ejemplo puede ser ofrecer 4 litros al día en dos raciones hasta los 45 o hasta 60-90 días, según sea el nivel tecnológico y de eficiencia existente (Lanuza, 2006).

2.10.5. Agua

Los terneros, requieren de agua fresca y limpia desde el segundo al tercer día de vida, para el desarrollo temprano del rumen. Existe una estrecha dependencia entre consumo de agua y de concentrado. Cercano al destete puede haber consumos entre 3.0 y 4.0 litros de agua al día, cuando los terneros están consumiendo alrededor de 1.5 Kg de concentrado (Lanuza, 2006).

El agua, además de ser indispensable para la vida, es el nutriente esencial más importante en el ganado de leche, representa la mayoría de peso vivo del animal y es el medio en el cual se llevan a cabo todas las reacciones químicas del organismo. Una cantidad importante de agua es necesaria para la fermentación, el metabolismo, la digestión y la absorción de nutrientes, así como la excreción de productos de desecho. La cantidad y disponibilidad de agua para los animales es de vital importancia ya que, limitar o restringir el agua de buena calidad a las terneras puede influir negativamente sobre su desarrollo y salud.

Muchos factores pueden influenciar el consumo de agua entre los que se encuentran el consumo de materia seca, el estado fisiológico del animal, la temperatura ambiental y el consumo de minerales. Asimismo, se ha demostrado que el consumo de alimento pre iniciador en terneras puede incrementar significativamente cuando los animales tienen acceso al agua (Monge y Elizondo, 2016).

2.10.6. Concentrado de iniciación

Es el primer concentrado que debe ofrecérsele al ternero, desde el segundo al tercer día de vida. Su consumo, dependerá directamente del nivel de dieta láctea que se le suministra al ternero, de la disponibilidad y consumo de agua. Este alimento, provee el sustrato de carbohidratos para ser fermentados en el rumen, produciéndose los ácidos grasos volátiles que son esenciales para el desarrollo físico del rumen y para las adaptaciones metabólicas (Pineda, 2017).

Al inicio se le debe ofrecer pequeñas cantidades de alimentos sólidos (un puñado) y estimularlo a que lo consuma inmediatamente de haber ingerido la dieta láctea. Esto, le permite al ternero conocer el alimento y aumentar su deseo de consumirlo progresivamente. La cantidad a racionar debe ser en pequeñas porciones de (50-100 gramos al día) en la primera semana; ya en la segunda se puede ir aumentando. Es conveniente eliminar los sobrantes, pues es muy fácil que se humedezcan y puedan fermentarse y contaminarse; provocando diarreas. Es preferible ofrecerlo a voluntad y en forma de bastoncillos o pildoras hasta que lleguen a consumir 1.0 a 1.5 kg al día (Pineda, 2017).

2.11. Perfil hematimétrico del ternero tipo leche durante la fase de lactante

El periodo neonatal es decisivo para la sobrevivencia de los terneros ya que durante este periodo el sistema inmunológico esta en desarrollo y así mismo deben adaptarse al medio ambiente, el cual presenta grandes diferencias con

respecto al ambiente en el útero; sin duda todos estos cambios hacen que los terneros sean más susceptibles a enfermedades (Benessi, 2002) citado por Quiroga y Orejarena, (2013).

Dentro de las enfermedades que se presentan con mayor frecuencia en los neonatos bovinos están diarreas bacterianas y virales, infecciones umbilicales, neumonía y septicemia. Todas las enfermedades anteriormente nombradas además de presentar signos clínicos específicos también muestran cambios hematológicos (Benessi, 2002) citado por Quiroga y Orejarena, (2013).

En diferentes situaciones como en las deficiencias nutricionales y enfermedades, los parámetros hematológicos, valores de perfil renal y hepático constituyen un examen paraclínico que ayuda al diagnóstico. Estos perfiles están sometidos a variaciones normales frente a distintos factores como por ejemplo: estado fisiológico, edad y raza (Roldán, Luna y Gasparotti, 2006) citado por Quiroga y Orejarena, (2013).

2.11.1.La sangre

La Sangre corresponde a un tejido circulante especializado, compuesto por distintas células suspendidas en una sustancia intercelular líquida que se mueve continuamente de un lugar a otro (Adrien, 2009). Se encarga de proveer nutrientes como el oxígeno, la glucosa, transporte de diversas moléculas como aminoácidos, lípidos y hormonas. (Kent, 1986). Las células sanguíneas incluyen los leucocitos,

trombocitos, eritrocitos y monocitos con su origen mieloide y los linfocitos procedentes del tejido linfoide.

En general, el volumen de sangre total para la mayoría de los mamíferos es aproximadamente del 7 al 8 % del peso del individuo (Kolb, 1979). La sustancia intercelular o plasma, comprende del 46 al 65% del volumen total y los componentes celulares constituyen del 35 al 55% (Ramírez, 2006) citado por Quiroga y Orejarena (2013).

Tabla VIII. Valores hemo-hematimétricos normales en el bovino.

| Parámetros hemáticos | Unidades | Valores normales |
|----------------------|--------------------|------------------|
| Hematocrito | % | 30.0 – 40.0 |
| Hemoglobina | g/dl | 8.0 – 14.5 |
| Eritrocitos | $10^6/\mu\text{l}$ | 5.40 – 9.00 |
| MVC | fl | 40 - 60 |
| MCH | pg | 11.0 -17.0 |
| MCHC | g/dl | 30.0 – 36.0 |
| Leucocitos | $10^3\mu\text{l}$ | 2.50 – 7.50 |
| Neutrófilos | % | 15 - 45 |
| Eosinófilos | % | 1 - 12 |
| Linfocitos | % | 45 - 75 |
| Monocitos | % | 3 - 15 |
| Plaquetas | $10^3/\mu\text{l}$ | 300 - 800 |
| Fibrinógeno | g/dl | 0.1 – 0.6 |
| proteínas | g/dl | 6.7 - 8 |

Fuente: De armas, (2017).

2.11.2.Hemoglobina

La hemoglobina es una proteína conjugada compleja que contiene hierro y se compone de un pigmento y una proteína simple. Su color rojo se debe al grupo

hemo, el cual contiene un átomo de hierro. La biosíntesis de dicha proteína comienza en el rubrocito y sigue en todas las etapas siempre y cuando exista material nuclear en la célula. En cuanto a su peso molecular, este varía entre 66.000 y 69.000 unidades Daltons siendo esto de importancia ya que, durante la hemolisis de eritrocitos, por diferentes motivos, la hemoglobina dentro de ellos es liberada al plasma y es nefrotóxica si ésta no se une con la haptoglobina para formar un complejo, que evita que pase a través del filtro glomerular aislada (Swenson & Reece, 1999).

En la especie bovina se expresa un diferente tipo de hemoglobina denominada: hemoglobina fetal, la cual difiere en su composición de aminoácidos, curvas de disociación de oxígeno y propiedades electroforéticas comparada con la hemoglobina adulta (Swenson & Reece, 1999). La globina se produce continuamente a partir de proteínas lábiles del organismo y de residuos de aminoácidos. Su contenido de hierro es de 0.335% ó 3.35 mg por gramo de hemoglobina. La capacidad vehiculización de oxígeno es de 1.36 c.c. por gramo de hemoglobina (Dukes y Swenson, 1995).

La hemoglobina y el hematocrito incrementan durante el desarrollo fetal alcanzando valores cercanos a los adultos al momento del nacimiento; luego del nacimiento se presenta una rápida disminución de estos valores durante las primeras semanas de vida que es seguida por el incremento de forma gradual hacia los valores adultos a los 4 meses de edad en la mayoría de las especies

(Meyer & Harvey, 2000). La hemoglobina representa en promedio el 32% de la masa total del eritrocito (Escobar, 2008) citado por Quiroga y Orejarena (2013).

2.11.3.Hematocrito (Hto)

Se define como la fracción de volumen sanguíneo que los eritrocitos ocupan dentro del total de la sangre. Se obtiene de centrifugar la sangre venosa o capilar no coagulada, para luego determinar las cantidades relativas de eritrocitos empacados y de plasma según Escobar, (2008), Kolb, (1979), y Dukes, (1995).

El hematocrito (Hto) ó volumen celular aglomerado (VCA) proporciona la estimación más rápida y precisa de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre y junto con la valoración visual de un frotis sanguíneo, es a menudo el primer análisis de glóbulos rojos que se realiza (Voight, 2000).

El conocer el valor del hematocrito es de gran ayuda y efectivo para estimar el grado de anemia independientemente de las alteraciones de tamaño, forma y grosor de los eritrocitos en los diferentes tipos de anemia. El hematocrito refleja la concentración de los eritrocitos, pero no la masa total de estos (Berrio, 2003).

El mismo se expresa de acuerdo con la nomenclatura tradicional con porcentaje (%) (Voigt, 2003) citado por Quiroga y Orejarena, (2013).

2.11.4. Glóbulos Rojos o Eritrocitos

Se originan embrionariamente a partir del saco vitelino, hígado y bazo; mientras que en la última etapa de la gestación la médula ósea realiza dicha función (eritropoyesis) como ocurre en el animal adulto (Swenson & Reece, 1999). Los globulos rojos pertenecen a la serie eritrocítica y su formación sucede a través de las siguientes etapas: Rubroblasto, Prorubroblasto, Rubrocito, Metarubrocito, Reticulocito y Eritrocito (Berrio, 2003).

El estímulo principal de la eritropoyesis parece ser la eritropoyetina, producida en el riñón (Dukes, 1985); y se ha sugerido que el cobalto estimula la eritropoyesis produciendo en el organismo un estado local anóxico en el riñón, lo que favorecería la liberación de eritropoyetina (Berrio, 2003).

Los eritrocitos en los bovinos viven aproximadamente 160 días y después se eliminan de la circulación, antes de desintegrarse por completo (Adrien, 2009). Los glóbulos rojos viejos son fagocitados en el bazo, médula ósea e hígado por células fagocitarias. El hierro de la hemoglobina se recupera y se usa para la formación de nuevos eritrocitos (Adrien, 2009) citado por Quiroga y Orejarena, (2013).

Las células y los tejidos del organismo dependen de los eritrocitos para el aporte de oxígeno, la ausencia de un núcleo, la forma y el contenido de hemoglobina contribuyen a hacer al eritrocito más eficaz en el transporte de este elemento (Tharll, 2004). La principal función del eritrocito es transportar la hemoglobina en

su interior; la cual, deberá transportar el oxígeno desde los pulmones a los tejidos corporales. Debido a que la hemoglobina libera oxígeno la función esencial de esta célula es distribuir dicho oxígeno por todo el organismo (Voigt, 2003) citado por Quiroga y Orejarena, (2013).

Tabla IX. Valores hematológicos para terneros cebuínos del Magdalena Medio menores a 20 días.

| Hematología | Valor promedio | Limite inferior | Limite superior |
|--|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Glóbulos rojos (x10 ⁶ /μL) | 11.0 | 7 | 18 |
| Hb (g/dl) | 11.0 | 7 | 16 |
| Hto (%) | 37 | 24 | 49 |
| VCM (fL) | 34.3 | 27 | 46 |
| HCM (pg) | 10.1 | 8 | 14 |
| CHCM (g/dl) | 29.8 | 28 | 32 |
| Plaquetas (x10 ³ /μL) | 674.7 | 160 | 962 |
| Leucocitos (x10 ³ /μL) | 13.5 | 8 | 27 |
| Neutrófilos % | 49.3 | 16 | 81 |
| Linfocitos % | 43.7 | 17 | 84 |
| Monocitos % | 2.5 | 1 | 7 |
| Eosinófilos % | 1.9 | 1 | 6 |
| Basófilos % | 1.3 | 1 | 2 |
| Bandas % | 1.3 | 1 | 2 |

Fuente: Quiroga y Orejarena, (2013).

Quiroga y Orejarena (2013) reportaron un valor para el hematocrito entre el 24 al 49% con un valor medio de 37 ± 6.2%. Los anteriores valores coinciden con el rango de datos empleados por instituciones universitarias como la Universidad Estatal de Oregón y el laboratorio de la Universidad de la Salle.

Los valores reportados de Hemoglobina por la literatura indican un promedio de 11 g/dl (Nemi, 1993) y un rango de 8 a 15 g/dl; lo que concuerda con lo registrado en el presente trabajo (7 a 16 g/dl) y un promedio de 11 g/dl \pm 1.8. Los valores de la hemoglobina y del volumen corpuscular medio muestran valores compatibles con eritrogramas realizados en neonatos de razas lechera bovinas (Benesi, 1992).

Se han reportado variaciones en el recuento eritrocítico entre distintas especies, raza de rumiantes y dentro de un mismo individuo, según el estado de salud o enfermedad, la raza, la edad, el sexo, el peso del animal, el ejercicio, el estatus nutritivo, la preñez, el clima, la altitud, el estado fisiológico, el tipo de producción, el sistema de manejo, la hora del día, el estrés producido por la manipulación para la toma de la muestra, e incluso, según la técnica de laboratorio utilizada (Ramírez, 1998) citado por Quiroga y Orejarena (2013).

2.12. Patrón de crecimiento y desarrollo del bovino tipo leche en su fase de lactante

La biología del crecimiento en las terneras y novillas lecheras se ve influenciado por la raza, el tamaño de la raza, el plano nutricional y alimentario, el control de los factores de riesgo y alteración en la salud, el microambiente y el estrés microclimático (Araúz, 2017).

La tendencia del crecimiento en hembras Holstein y Pardo Suizo en Panamá presento un peso al nacimiento de 35.4 y 32.8 kg; mientras que el peso a los 3, 9,

12, 18 y 24 meses para ambas razas fue 92.5, 221.4, 276.7, 376 y 455.5 kg con una estatura a la cruz de 82, 104, 111, 122 y 130 cm. Estos valores magnifican la tendencia del crecimiento y desarrollo de las hembras Holstein y Pardo Suizo nulíparas en Panamá e indican que el desarrollo somático es inferior al planteado para el clima templado; producto del perfil de alimentación, las condiciones sanitarias de índole parasitario, la influencia micro climática del estrés calórico y producto de las condiciones del pasto verde tropical por su menor valor nutritivo en general (Araúz, 2017).

Tabla X. Patrón del peso corporal de las hembras para reemplazo desde el nacimiento hasta los 24 meses en las razas lecheras Holstein y Pardo Suizo en Panamá.

| Edad (meses) | Peso (lb) | Estatura (cm) | Edad (meses) | Peso (lb) | Estatura (cm) | Edad (meses) | Peso (lb) | Estatura (cm) |
|--------------|-----------|---------------|--------------|-----------|---------------|--------------|-----------|---------------|
| Nacimiento | 75 | 66 | 9 | 488 | 104 | 18 | 824 | 122 |
| 1 | 114 | 71 | 10 | 532 | 106 | 19 | 852 | 123 |
| 2 | 140 | 77 | 11 | 571 | 109 | 20 | 882 | 124 |
| 3 | 188 | 82 | 12 | 616 | 111 | 21 | 918 | 125 |
| 4 | 236 | 87 | 13 | 666 | 115 | 22 | 945 | 126 |
| 5 | 288 | 92 | 14 | 702 | 117 | 23 | 972 | 128 |
| 6 | 340 | 97 | 15 | 734 | 118 | 24 | 1017 | 130 |
| 7 | 392 | 100 | 16 | 765 | 119 | . | . | . |
| 8 | 444 | 102 | 17 | 795 | 121 | . | . | . |

Fuente: Araúz, E. E., (2008, 2016).

Osorio, (2017) En un estudio encontró una media general para la variable alzada a la cruz (estatura) de 78.06 cm y 79.84 cm. Espinosa (2016) citado por Osorio,

2017 en su estudio reporto una media de 86.11 cm y 83. 47 cm a los dos meses de edad.

Almeyda, (2012) indica que para terneras con peso al nacimiento de 42.5 kg los valores de perímetro torácico y altura a la cruz son: 72.3 cm y 72.5 cm respectivamente; y para peso corporal de 72. 7 kg el perímetro torácico fue = 90.0 cm y altura a la cruz = 80.5 cm a los dos meses de edad.

Tabla XI. Patrón del crecimiento somático y simétrico de razas lechera en el clima templado.

| Circunferencia torácica | Peso corporal (kg) | | |
|-------------------------|--------------------|---------------|---------------|
| | Razas grande | Razas mediana | Razas pequeña |
| 68.6 | 37.2 | 31.3 | 25.9 |
| 71.1 | 37.4 | 32.4 | 28.1 |
| 73.7 | 38.6 | 34.9 | 31.3 |
| 76.2 | 40.6 | 37.6 | 34.9 |
| 78.7 | 43.5 | 41.3 | 39.5 |
| 81.3 | 46.7 | 44.9 | 43.5 |
| 83.8 | 51.7 | 50.8 | 49.9 |
| 86.4 | 60.2 | 56.8 | 55.3 |
| 88.9 | 67.4 | 61.7 | 61.7 |
| 91.4 | 73.9 | 67.4 | 67.4 |
| 94.0 | 80.3 | 73.9 | 73.9 |
| 96.5 | 87.4 | 80.3 | 80.3 |

Fuente: wattiaux, (2002).

2.13. Perfil sanitario, carga parasitaria y principales problemas de salud del ternero lactante.

Tabla XII. Plan sanitario para terneros de 0 a 60 días.

| PRÁCTICA | DÍA DE APLICACIÓN | PRODUCTO |
|---|--------------------------------|--|
| Desinfección ombligo | 1 | Solución yodada Violeta genciana |
| Control parásito int. Primer control Siguiete | 18 c/ 21 días | Levamisol ó Albendazole |
| Control coccidias Primer control Siguiete | 11 c/ 21 d | Sulfa-dimetil- meridina Metamerazina |
| Control parásitos ext. Primer control | c/ 15 d | Piretroides |
| Otros: Vitaminas Reconstituyentes | Al nacimiento 21, 60 y 90 d | A, D ₃ E B ₁₂ |

Fuente: Fuentes, (2017).

Tabla XIII. Carga parasitaria del género Helmintos en bovinos.

| Género de helmintos | Grado de infección | | |
|--------------------------|--------------------|------------------|----------------|
| | Leve | Moderada | Pesada |
| Ostetargia | 200 | 200-500 | 500 |
| Haemonchus | | 200-800 | 800 |
| Trichostrongylus axei | 150 | - | 500 |
| Trichostrongylus | 50 | 50-300 | 300 |
| Bonostomun | - | - | 500 |
| Cooperia | 20 | 20-100 | 100 |
| Cooperia punctata | 500 | 500-3000 | 3000 |
| Oesophagostomun radiatum | 50 | 200 | 200 |
| Phasiola hepática | 50-150 | 150-500 10-25 | 25-50 25-50 |

Fuente: Internet, Google.

2.13.1.Principales problemas de salud del ternero lactante

Las enfermedades que pueden afectar al ternero lactante pueden ser de tipo virales, bacterianas y carenciales, los signos y síntomas de los mismos pueden afectar la condición del animal. La diarrea es la causa más habitual de muerte en terneros jóvenes. El periodo de mayor riesgo es el que va desde el nacimiento hasta aproximadamente un mes de edad (EECOPAR, 2013).

2.13.1.1. Bacterias

Por lo general, las diarreas en los primeros días de vida se deben a infecciones bacterianas, por ejemplo, *Escherichia coli* o *Clostridium perfringens*. Sus toxinas provocan hipersecreción intestinal lo que origina la diarrea. Las heces rápidamente se tornan acuosas hasta hacerse francamente líquidas; son de un tono amarillo a café (Cura, 2019).

2.13.1.2. Diarrea digestiva, diarrea de leche, o empacho de leche.

Este tipo de diarrea es común en terneros recién nacidos hasta tres meses, se relaciona con el consumo excesivo de leche. La diarrea es blanca y con coágulos de leche sin digerir (Ballina, 2010).

2.13.1.3. Virus

Los virus más importantes implicados en procesos diarreicos son rotavirus y coronavirus. La morbilidad puede oscilar desde 1-2% hasta un 20-30%. La mortalidad es bastante variable y depende especialmente de si el cuadro viral se ve agravado por una contaminación bacteriana secundaria (Cura, 2019).

2.13.1.4. Protozoos: *Eimeria* spp. (coccidiosis).

La coccidiosis es una enfermedad distribuida mundialmente, producida por protozoos parásitos del género *Eimeria*. Afecta principalmente a animales jóvenes entre las 3 semanas y el 1 año de vida (aunque puede afectar a animales mayores), y se caracteriza clínicamente por diarrea, anorexia, deshidratación y en casos más severos puede llevar a la muerte. Los animales criados intensivamente (feedlot y tambos) están más expuestos a sufrir esta parasitosis debido al estrés y al hacinamiento en ambientes pequeños. Las muestras calificadas como diarreicas tienen cargas superiores a los 500 OPG de especies patógenas de *Eimeria* que aquellas consideradas como normales (Daugshies, 2012).

Eimeria zuernii y *Eimeria bovis* son las dos especies que se consideran importantes en el ganado bovino estabulado y *Eimeria alabamensis* en ganado mantenido en pastos. Se asocia a diarrea hemorrágica de diferentes grados de intensidad, infecciones secundarias e incluso mortalidad. La enfermedad suele pasar desapercibida (solo el 10-15% de los animales infectados muestran los

signos clínicos de la enfermedad) provocando un estado deficiente en el animal y retraso en el crecimiento, lo que supone graves pérdidas económicas (Jiménez, 2003).

2.13.1.5. Neumonía en terneros lactantes.

Este tipo de problema respiratorio se presenta en los terneros 0 a 3 meses que han bebido poco calostro durante sus primeras horas de vida o permanecen en los corrales sin protección contra las corrientes de aire y sin techo. Los afectados se observan tristes, con fiebre, tosen, expulsan flema amarillenta por la nariz y tienen dificultades para respirar (Ballina, 2010).

Por lo general los microbios causantes de las neumonías viven en la parte interna de la nariz y la faringe sin producir daño (soprofíticos), pero si el animal por cualquier motivo baja sus defensas esos microbios se convierten en dañinos y pasan a los pulmones para producir el daño con la posibilidad de contagio rápido y fatal debido a que después de la neumonía se vuelve más dañino (patógeno) (Ballina, 2010).

2.14. Costos y beneficios del uso de la monensina sódica sobre la eficiencia de la alimentación de bovinos.

Un estudio realizado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad de São Paulo, Campus Administrativo de Pirassununga, durante 120

días se evaluaron 20 terneros holandeses enteros, con peso y edad promedio, respectivamente. 90,8 kg y 80 días. Los tratamientos fueron 0; 0.4; 0.8; y 1.2 mg de monensina / kg PV (peso corporal). Los resultados encontrados indican que el mayor aumento de peso se alcanzó con niveles más alto de monensina (1.064; 1.312; 1.372; y 1.252), ingesta de materia seca (4.158; 4.744; 5.028; y 4.752), aumento en la circunferencia del pecho (32.60; 37.00; 39.80; y 36.60) y altura a la cruz (19,42; 23,64; 23,68; y 23,18), obteniéndose los valores más altos con la dosis de 0,8 mg de monensina. / kg PV. La conversión alimenticia no difirió entre tratamientos. La evaluación económica mostró mayores beneficios con el uso de ionóforo, y se recomienda su uso en el manejo de la alimentación de terneros machos (Salles y Lucci, 2000).

El ganado suplementado con monensina tuvo 1.6% más de ganancias, consumió 6.4% menos de alimento y usó 7.5% menos de alimento / 100 kg de ganancia que aquellos alimentados con dietas de control. El ionóforo dio como resultado una reducción en la relación alimentación / ganancia de 2.9 Mcal EM / kg de dieta MS. Entre las concentraciones de monensina, los niveles de 31.8 ± 7.5 mg / kg de MS fueron más interesantes, y a concentraciones más altas no mejoraron la conversión alimenticia (GOODRICH et al., 1984).

El tratamiento que contenía monensina presento mayores ingresos y, por lo tanto, mayor beneficio. Los beneficios encontrados fueron R \$6.64; R \$ 1.84; y R \$ 8.77, por la suma, respectivamente de 0.4; 0.8; y 1.2 mg de monensina / kg de peso corporal para cada animal en comparación con el control. Estos datos hacen que

sea económicamente factible usar monensina, en las presentes condiciones, mostrándose en el tratamiento de 1.2 mg de monensina / kg PV presentó mayor beneficio y rendimiento que los demás tratamientos con ionóforo (Salles y Lucci, 2000).

Tabla XIV. Análisis de presupuesto parcial para diferentes niveles de monensina sódica.

| Artículos | mg de monensina /kg pv | | | |
|-------------------------|------------------------|--------|--------|--------|
| | 0.0 | 0.4 | 0.8 | 1.2 |
| Ingresos parciales | 151.05 | 179.70 | 185.01 | 182.43 |
| Costo parcial | 146.77 | 168.78 | 178.89 | 169.38 |
| Beneficio parcial | 4.28 | 10.92 | 6.12 | 13.05 |
| Beneficio sobre control | - | 6.64 | 1.84 | 8.77 |

Fuente: Salles y Lucci, (2000).

En otro estudio realizado en la escuela agrícola panamericana (Zamorano) se evaluó el efecto de la adición de monensina sódica a animales suplementados con bloques multinutricionales (BMN). Se utilizaron 54 terneros recién destetados (24 brahman, 18 beefmaster y 12 encastados), divididos en seis grupos (n=9). El experimento constó de dos tratamientos y 3 repeticiones. A tres grupos al azar se le adicionó al concentrado 200 mg diarios de monensina sódica (T1) y los restantes sirvieron como control (T2). Los animales se manejaron en confinamiento total y su alimentación se basó en ensilaje de pasto guinea (*Panicum maximum* var. tobiatá), bloques multinutricionales con 13 % de urea y 3 kg de concentrado formulado para obtener una GDP de 0.80 kg (Pérez, 1999).

Tabla XV. Presupuesto parcial de los tratamientos utilizados en el experimento utilizando monensina sódica.

| Detalle | Cambio con respecto al control (Lps/animal/día) | |
|-------------------------|---|-------|
| INGRESOS | | +0.16 |
| Peso | +0.16 | |
| COSTOS (Diferencia) | | +0.12 |
| Ensilaje | -0.01 | |
| Bloque multinutricional | -0.03 | |
| Monensina sódica | +0.16 | |
| BENEFICIO | | +0.04 |

Fuente: Pérez, (1999).

La GDP fue 0.87 y 0.86 kg, la ingestión de materia seca 2.26 y 2.27 kg de materia seca/100 kg de peso vivo y la conversión alimenticia de 6.46 y 6.47 para el tratamiento 1 y 2 respectivamente. Sin embargo, el consumo de BMN fue mayor ($p=0.0164$) para el grupo control ya que la adición del BMN causó un efecto compensatorio al proveer nitrógeno no proteico, reduciendo la necesidad de amonio en el rumen. La adición de monensina sódica a la dieta generó un ahorro de Lps.0.04/animal día y se obtuvo una tasa interna de retorno sobre el uso de monensina sódica de 25% (Pérez, 1999).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Información general

3.1.1. Ubicación

El presente estudio se realizó en la finca Lechería Bijagual, corregimiento de David, provincia de Chiriquí, finca especializada de producción de leche grado A.

Figura VII. Ubicación geográfica de la finca Lechería Bijagual.



Fuente: Google Map, (2019).

3.1.2. Clima

El clima de Bijagual en el corregimiento de David está clasificado como tropical. La mayoría de los meses del año están marcados por lluvias significativas. Este clima es considerado Am según la clasificación climática de Köppen-Geiger (1990). Esta finca se encuentra a 153 metros sobre el nivel del mar donde la temperatura mínima en la zona es de 25.7 °C y la máxima de 33.5 °C con una media anual de 27.5 ° C. La época seca comprende los meses de diciembre a marzo y la época lluviosa los meses de abril a noviembre. La zona presenta un ITH = 77.5; humedad promedio de 65 % y una precipitación media anual aproximada de 3062 mm.

3.1.3. Animales evaluados.

Para la realización de este estudio se utilizaron 12 terneros en total dividido según los tratamientos, donde se incluyó tres hembras y tres machos a los cuales se les suministro en la leche 1.4 mg de monensina sódica por Kg de peso y su respectivo grupo control el cual recibió la misma alimentación sin monensina sódica.

Fotografías I, II, III: Pesaje de las diferentes dosis de monensina sódica



Fuente: Moreno, (2019).

3.1.4. Instalaciones y sistema de crianza

Los terneros fueron criados en cunas suspendidas, las mismas tenían una dimensión de: 65 cm de alto, 75 cm de ancho, 115 cm de largo y 65 cm en la base.

Fotografía IV. En esta fotografía se ilustra las cunas utilizadas para la crianza de los terneros del estudio.



Fuente: Moreno, (2019).

3.1.5. Manejo nutricional y sanitario en la crianza de terneras y terneros

Después del nacimiento las terneras y terneros fueron llevados a las cunas donde se le proporciono calostro desde el día uno hasta el día siete; luego sustituto lácteo hasta el día 63.

En cuanto al manejo sanitario se inició con las prácticas de corte y desinfección del ombligo con yodo al 2.5 % después del nacimiento. Antes de iniciar el tratamiento se suministró a todos los animales un coccidiostato (Coccigan) y

vitamina (hematovit). Luego se les realizó baño garrapaticida cada 10 a 12 días. Las diarreas fueron tratadas con bacteriostático (sulfatrimethoprin) y bactericida (oxitetraciclina).

3.1.5.1. Composición bromatológica de los alimentos y programa de alimentación utilizado en el estudio.

Bromatología del concentrado CALFY TWO

Proteína Total: 23%

Energía Metabolizable: 2.82 Mcal/ kg

Bromatología del sustituto lácteo (AURIMILK)

Pc = 22.5 %

EM = 4 Mcal

Mezcla = 125 gr leche / litro de agua

Tabla XVI. Programa de destete precoz para terneros y terneras evaluadas mediante el uso de la monensina sódica.

| TRATAMIENTO CON MONENSINA | | SEMANA 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------------------|---|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Hembra | 1 | Mezcla: 125 g sustituto lácteo /L agua | 125 g | 125 g | 125 g | 125 g | 125 g | 125 g | 125 g | 125 g |
| | 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| Macho | 1 | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| TRATAMIENTO SIN MONENSINA | | Consumo: 4 lts/ día | 4 L/día | 4 L/día | 4 L/día | 4 L/día | 4 L/día | 4 L/día | 2 L/día | 1 L/día |
| Hembra | 1 | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | |
| Macho | 3 | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |

Fuente: Moreno, (2019).

3.1.6. Sistema de identificación de las terneras

Los terneros y terneras fueron identificados con un arete colocado en el pabellón de la oreja; el cual contenía la siguiente información: hembras (número de identificación individual de la finca, tratamiento a recibir y número de unidad dentro del tratamiento); para los machos se le colocó el tratamiento a recibir y el número de unidad dentro del tratamiento.

3.2. Modelo estadístico

Se utilizó el modelo estadístico de Análisis de varianza con arreglo factorial:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_k + AB + C_l + (AC)_{ik} + (BC)_{kl} + (ABC)_{ikl} + b_i (X_{ijkl} - \bar{X}) + E_{ijkl}$$

Donde:

μ = media general

A_i = Efecto de los tratamientos $i = 1$ (con monensina), 2 (sin monensina)

B_k = Efecto de sexo $k^{mo} = 1$ (hembra), 2 (macho)

C_l = Efecto del tiempo para muestreo $L=1, 2 \dots 9$

$A \times B$ = interacción tratamiento por sexo

$B \times C$ = interacción sexo por tiempo

$A \times B \times C$ = interacción tratamiento por sexo por tiempo

$b_i (X_{ijkl} - \bar{X})$ = peso inicial (covariable)

E_{ijkl} = Residuo experimental

3.3. Parámetros de respuesta

3.3.1. Peso corporal (kg).

El peso corporal se midió utilizando una báscula digital con precisión de 200 gramos y capacidad de hasta 600 kg.

Fotografía V. Pesaje de los terneros para obtener la ganancia de peso semanal.



Fuente: Moreno, (2019).

3.3.2. Índice de conversión alimenticia.

Para obtener el índice de conversión alimenticia, diariamente se pesó la cantidad de alimento suministrado y el rechazado. El pienso se suministró dos veces al día (7:30 am y 3:00 pm), siendo retirado y pesado las sobras todos los días a la mañana siguiente, para controlar el consumo diario individual. Se utilizó una báscula digital con precisión de 0.2 gramos y capacidad de hasta 2000 gramos (4.4 lb) para pesar la cantidad de leche y concentrado consumido por día. Se hizo de la siguiente forma:

ICA = consumo de materia seca (kg/día) / ganancia diaria de peso (kg/día).

Fotografía VI, VII. Pesaje del sustituto lácteo y concentrado ofrecido en la alimentación de los terneros y terneras.



Fuente: Moreno, (2019).

3.3.3. Perímetro torácico (cm).

Las medidas de crecimiento corporal se tomaron en los terneros y terneras después del nacimiento a los 15, 30, 45 y 63 según los procedimientos descritos por Inchausti y Tagle (1980). El perímetro torácico se midió con la cinta rodeando completamente la línea del corazón detrás de la espalda.

Fotografía VIII. Toma de medida (cm) del perímetro torácico para evaluar el peso y desarrollo corporal.



Fuente: Moreno, (2019).

3.3.4. Altura a la cruz (cm).

La altura a la cruz se midió cada 15 días con una cinta desde la base del piso a la cruz.

Fotografía IX. Medida de altura a la cruz (cm).



Fuente: Moreno, (2019).

3.3.5. Altura a la grupa (cm).

La altura a la grupa se tomó cada 15 días con la cinta desde el punto mas alto del sacro hasta el piso.

Fotografía X. Medida de altura a la grupa (cm).



Fuente: Moreno, (2019).

3.3.6. Perfil de hematocrito y hemoglobina (g/100 ml).

Cada 15 días se tomó muestra de sangre de la vena yugular. Para esto se utilizó agujas 18 x 1 ½ mm y tubos con anticoagulante (EDTA); los mismos fueron debidamente identificados y llevados al laboratorio.

Fotografía XI, XII. En esta fotografía podemos apreciar la toma de muestra de sangre, equipo de micro hematocrito y materiales utilizados para determinación del hematocrito y de la hemoglobina.



Fuente: Moreno, (2019).

La sangre con anticoagulante fue analizada para el hematocrito, haciendo uso del equipo de laboratorio de fisiología animal y ciencia lechera del Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. Se determinó el hematocrito centrifugando sangre en capilares. La concentración de

hemoglobina fue estimada de manera indirecta por el método de Schalm (1980) que indica que el Hematocrito se multiplica por 0.3325.

3.3.7. Carga parasitaria *Eimeria* spp.

Cada 15 días se tomaron muestras de heces extraída del recto utilizando guante de látex y envase de boca ancha. Estas muestras fueron analizadas en el laboratorio de salud animal del MIDA, sección de parasitología, región n° 1, Chiriquí. Se utilizó la técnica de sedimentación en tubos y el método de McMaster.

Fotografía XIII. En esta fotografía se ilustra el resultado del análisis coproparasitológico obtenido del laboratorio de salud animal del MIDA.

| DATOS GENERALES DE LA ESPECIE | | | | PARASITOS GASTROINTESTINALES DIAGNOSTICADOS | | | | | |
|-------------------------------|---------------|-------------|-------------------|---|-----------|-----------|----------|--------|-------------------|
| N° de Animal | Edad | Raza | Helminintos | Trematodos | Coccidios | Protozoos | Gestados | Oxuros | Recuento McMaster |
| 4 | 20 DIAS | PARDO/HOLST | | | | | | | 200 HPG |
| Examen Macroscopico | | | | | | | | | |
| Consistencia | SEMISOLIDA | | Cooperia spp | | | | | | |
| Mucosidad | MODERADA | | Strongyloides spp | | | | | | |
| Estadios Adultos | NO SE OBSERVO | | | | | | | | |
| Observaciones | NINGUNA | | | | | | | | |
| 5 | 20 DIAS | PARDO/HOLST | | | | | | | 200 OPG |
| Examen Macroscopico | | | | | | | | | |
| Consistencia | SEMISOLIDA | | Eimeria spp | | | | | | |
| Mucosidad | MODERADA | | | | | | | | |
| Estadios Adultos | NO SE OBSERVO | | | | | | | | |
| Observaciones | NINGUNA | | | | | | | | |

ESTE DOCUMENTO CUMPLE CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN SALUD ANIMAL

PANAMA REPUBLICA DE PANAMA, CHIRIQUI VIA INTERAMERICANA
TELEFONO 7729210, 7709092

Licdo. Luis M. Bederra
T.M. Analista de Laboratorio

Dr. Pedro A Caballero
Idoneidad # 165

Dr. Ralfo A Caballero
Jefe del Laboratorio

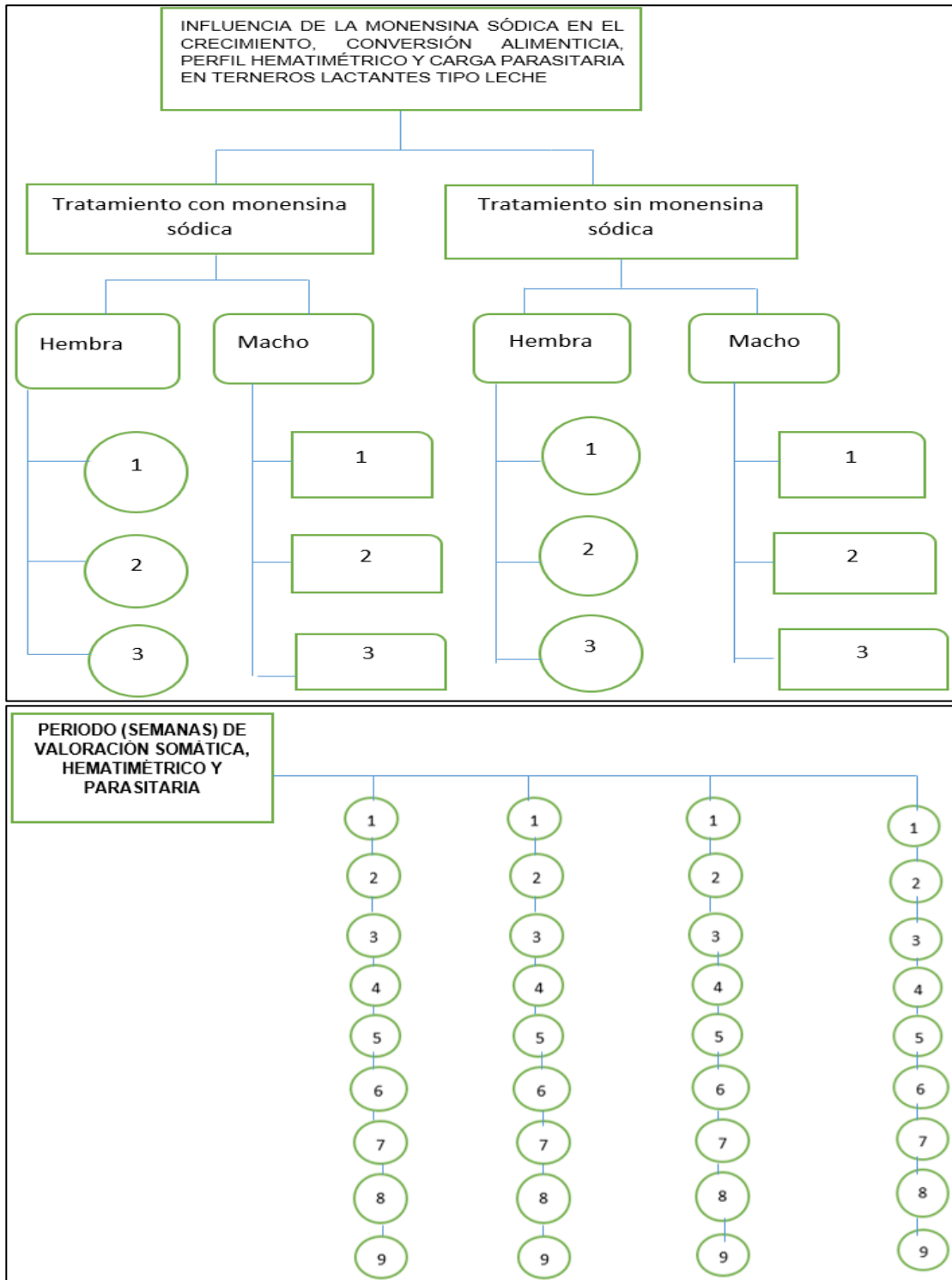
Fuente: Moreno, (2019).

3.3.8. Hipótesis del estudio

Hi: El uso de monensina sódica en la alimentación de terneros lactantes tipo leche en los primeros 63 días de vida, mejora la tasa de crecimiento, la conversión alimenticia, el perfil hematimétrico, el beneficio económico y reduce la carga parasitaria (*Eimeria* spp).

Ho: El uso de monensina sódica en la alimentación de terneros lactantes tipo leche en los primeros 63 días de vida no mejora la tasa de crecimiento, conversión alimenticia, perfil hematimétrico, beneficio económico y no reduce la carga parasitaria (*Eimeria* spp).

Esquema 1. Representación del modelo de campo utilizado para evaluar el efecto de la monensina sódica en terneros y terneras lactantes en la fase inicial de levante.



Fuente: Moreno, (2019).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Peso corporal

El conocimiento del peso vivo del bovino es considerado de gran importancia en los procesos de evaluación del crecimiento, en la planificación de la alimentación de las distintas categorías de animales según época anual, en la formación de grupos homogéneos según el peso y/o tamaño, para el aprovechamiento de los recursos alimenticios disponibles y en las labores de observación y mejoramiento genético (Mahecha, Angulo y Manrique, 2002).

El peso corporal es el parámetro de mayor importancia para indicar la evolución y/o tendencia de los animales según la edad. La relación del peso y la edad es sumamente variable por la complejidad de los factores involucrados y asociados con el ambiente, el manejo general, la porción genética y los modelos de alimentación sobre el plano del patrón a base del forraje verde (Crudeli y Konrad, 2013).

El peso corporal (Kg) mostró diferencia estadística significativa entre sexo ($P < .0001$), con una media de 37.9 kg para las hembras y 46.9 kg para los machos (gráfica III); de modo que los terneros machos pesaron 23.74% más que las

hembras. En los bovidos, es natural que los machos presenten un mayor peso corporal que las hembras (Preston y Willis, 1980).

También se observó diferencia estadística para el peso corporal entre los periodos ($P < .0001$). Sin embargo, los tratamientos no mostraron diferencia estadística ($P > .05$) como se indica en el cuadro I y grafica IV; por lo cual se puede indicar que el uso de la monensina sódica no modificó el peso corporal; al menos en el periodo de 63 días; aunque los animales que recibieron el tratamiento pesaron ligeramente más; siendo los machos superiores en +6.42% y las hembras en + 4.28% según el peso corporal.

Cuadro I. Análisis de varianza para el peso corporal (kg) en terneros y terneras lecheras evaluadas con el uso de la monensina sódica.

| Fuente de variación | DF | Cuadrado de | | F-Valor | Pr > F |
|---------------------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| | | Tipo I SS | la media | | |
| SEXO | 1 | 1781.609468 | 1781.609468 | 34.92 | <.0001 |
| TRAT | 1 | 136.395156 | 136.395156 | 2.67 | 0.1064 |
| SEXO*TRAT | 1 | 11.609890 | 11.609890 | 0.23 | 0.6348 |
| TIEM | 8 | 7809.228217 | 976.153527 | 19.13 | <.0001 |
| SEXO*TIEM | 8 | 142.932457 | 17.866557 | 0.35 | 0.9428 |
| TRAT*TIEM | 8 | 93.539002 | 11.692375 | 0.23 | 0.9843 |
| SEXO*TRAT*TIEM | 8 | 17.462702 | 2.182838 | 0.04 | 1.0000 |
| Error | 72 | 3673.66800 | 51.02317 | | |

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|----------------|----------|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 35 | 9992.77689 | 285.50791 | 5.60 | <.0001 |
| Total correcto | 107 | 13666.44489 | | | |
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | PCKG Media | | |
| 0.731191 | 17.01998 | 7.143050 | 41.96861 | | |

($P < .01$) diferencia estadística; ($P > .01$) no hay diferencia estadística.
 ($P < .05$) diferencia estadística; ($P > .05$) no hay diferencia estadística
 ($P < .0001$) diferencia estadística; ($P > .0001$) no hay diferencia estadística

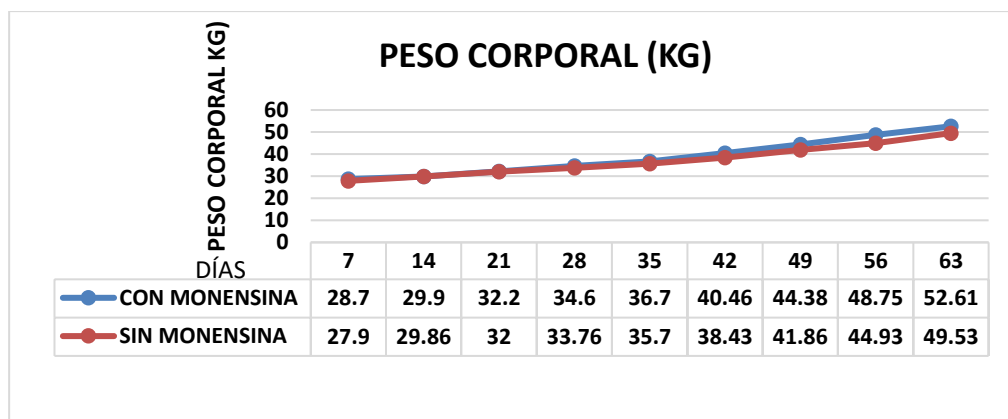
Cuadro II. Peso corporal promedio de las terneras y terneros tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control.

| Sexo | Tratamiento (Kg) | Control (Kg) | Diferencia | % |
|--------|------------------|--------------|------------|--------|
| Hembra | 38.70 ± 8.50 | 37.11 ± 7.54 | + 1.59 | + 4.28 |
| Macho | 47.48 ± 12.45 | 44.57± 12.91 | +2.91 | + 6.52 |

Fuente: Moreno, (2019).

La tendencia para el incremento de peso de las terneras que recibieron monensina sódica y el grupo control la podemos observar en la (gráfica I); donde las hembras del tratamiento con monensina sódica tuvieron una media de 38.70 kg y 37.11 kg para el control; mostrando un mayor incremento de peso (+4.28%) asociado con el uso de la monensina sódica, como se observa en el cuadro II. Sin embargo, considero que este periodo de nueve semanas fue muy corto para detectar mayores diferencias; especialmente, ya que el estudio fue realizado en la fase de lactante.

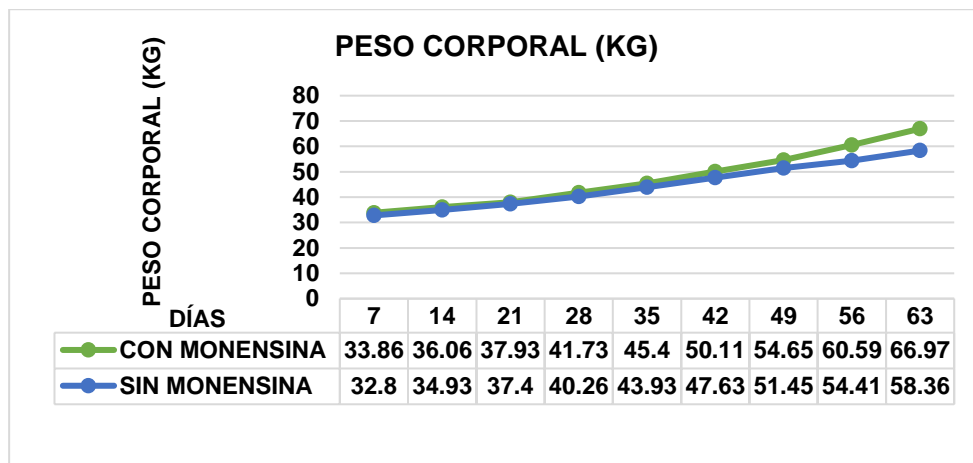
Gráfica I. Peso corporal (kg) en terneros de lechería durante la fase de lactantes según los tratamientos.



Fuente: Moreno, (2019).

El comportamiento y tendencia para el incremento de peso de los terneros que recibieron monensina sódica y el control lo podemos observar en la (gráfica II). Los machos del tratamiento con monensina sódica tuvieron una media de 47.48 kg y el grupo control 44.57 kg; logrando mayor incremento de peso por efecto de la monensina sódica en +6.52 % como se observa en el (Cuadro II); pero sin detectar un efecto diferente en términos estadísticos ($P > .05$). Las diferencias entre los tratamientos empezaron a marcar al final del periodo evaluado; sin embargo, se deriva que una mayor diferencia pudo manifestarse en un mayor tiempo de la evaluación somatométrica.

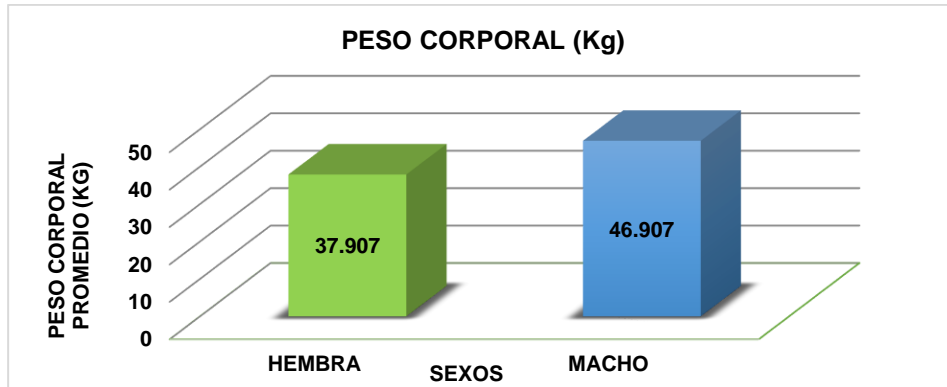
Gráfica II. Peso corporal (kg) en el sexo macho, según los tratamientos.



Fuente: Moreno, (2018).

Por lo general, los terneros machos son más pesados que las hembras no solo al nacer si no en todas las edades, como se ilustra en la gráfica III. La diferencia es atribuible a la capacidad genética de los machos a presentar mayores índices de crecimiento pre y post natal, posiblemente debido a factores hormonales (Caravaca et al., 2005).

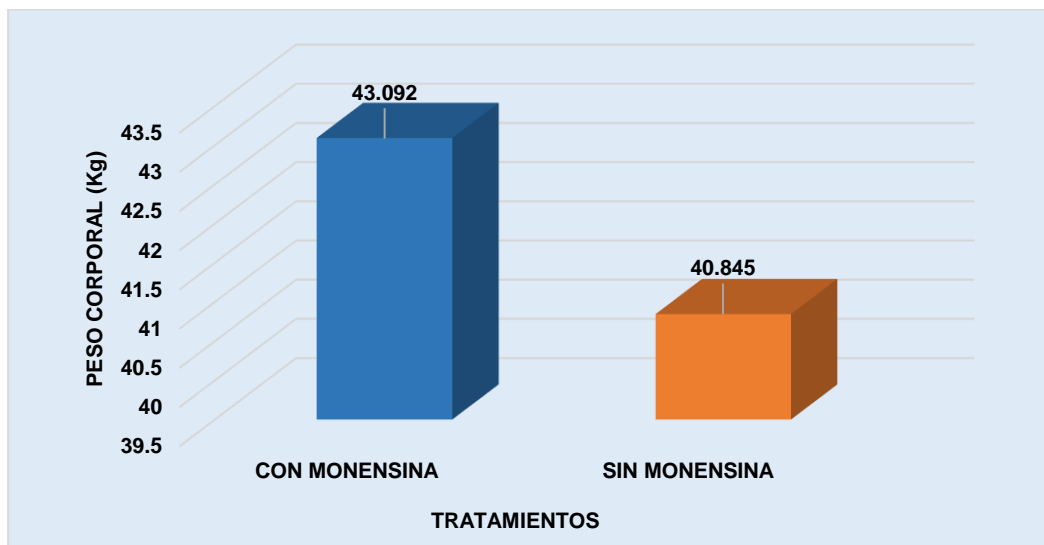
Gráfica III. Peso corporal (kg) según el sexo.



Fuente: Moreno, (2019).

De acuerdo con la categorización por tratamientos no se encontró que el uso de la monensina sódica estuviese asociado con una diferencia estadística en el peso corporal de los terneros y terneras ($P > 0.05$); siendo estos en promedio de 43.092 Kg (Machos) y 40.845 kg (Hembras) con una diferencia de 5.50 % (gráfica IV).

Gráfica IV. Peso corporal de los terneros (kg) según los tratamientos



Fuente: Moreno, (2019).

4. 2. Índice de conversión alimenticia.

El Índice de Conversión Alimenticia (ICA) es una medida que relaciona la cantidad de alimento empleado por cada unidad de producto obtenido. Al constituir el alimento entre el 60 y 80 % de los costos directos, la cantidad consumida por kilogramo de producción ó eficiencia de conversión alimenticia (ECA) es una de las principales variables que determinan el resultado económico de la producción bovina (Mac Loughlie, 2005).

El Índice de Conversión Alimenticia (ICA) es utilizado para evaluar el resultado físico de un ciclo de alimentación ya finalizado, debido a que involucra varios aspectos de este; tales como: la calidad nutritiva de la mezcla y la estrategia de suministro de la ración, la genética, sanidad y manejo de los animales. Cualquier déficit en alguna de estas variables se refleja en una mayor cantidad de alimento por unidad producida y consecuentemente menor eficiencia de conversión alimenticia (ECA) (Mac Loughlie, 2005).

El índice de conversión alimenticia fue diferente entre tratamientos ($P=.0545$); resultando una media de 2.2056 kg para el tratamiento con monensina sódica y 2.6298 kg para el tratamiento control (gráfica VIII); lo que representó una reducción en el consumo de alimento en 16.13 %. Estos datos coinciden con los resultados reportados por Goodrich et. al. (1984) y Menacho, (1995); quienes mencionan que el uso de monensina sódica mejora significativamente este parámetro. Contrario a lo reportado por Thompson y Riley (1980); Acevedo (1993); Betancourt (1995);

y Solano (1996); los cuales no encontraron diferencias estadísticas en el índice de conversión alimenticia por el uso de la monensina sódica. También se encontró diferencia estadística en la interacción tratamiento por tiempo ($P < .0008$).

Cuadro III. Análisis de varianza para el índice de conversión alimenticia en terneros y terneras lecheras evaluadas con el uso de la monensina sódica.

| Fuente de variación | DF | Tipo I SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|---------------------|----|-------------|----------------------|---------|--------|
| SEXO | 1 | 0.68960093 | 0.68960093 | 0.54 | 0.4639 |
| TRAT | 1 | 4.85988981 | 4.85988981 | 3.82 | 0.0545 |
| SEXO*TRAT | 1 | 0.54187500 | 0.54187500 | 0.43 | 0.5160 |
| TIEM | 8 | 5.41092963 | 0.67636620 | 0.53 | 0.8287 |
| SEXO*TIEM | 8 | 4.70490741 | 0.58811343 | 0.46 | 0.8784 |
| TRAT*TIEM | 8 | 38.99628519 | 4.87453565 | 3.83 | 0.0008 |
| SEXO*TRAT*TIEM | 8 | 3.83490000 | 0.47936250 | 0.38 | 0.9295 |
| Error | 72 | 91.5589333 | 1.2716519 | | |

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|----------------|----------|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 35 | 59.0383880 | 1.6868111 | 1.33 | 0.1556 |
| Total correcto | 107 | 150.5973213 | | | |
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | ICA Media | | |
| 0.392028 | 46.64277 | 1.127675 | 2.417685 | | |

($P < .01$) diferencia estadística; ($P > .01$) no hay diferencia estadística
 ($P < .05$) diferencia estadística; ($P > .05$) no hay diferencia estadística
 ($P < .0001$) diferencia estadística; ($P > .0001$) no hay diferencia estadística

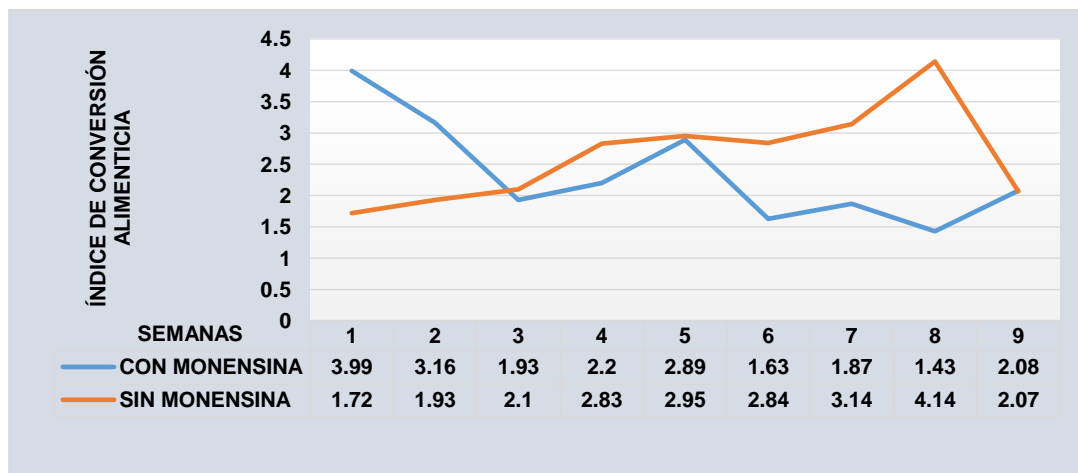
Cuadro IV. Índice de conversión alimenticia de los terneros y terneras tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control.

| Sexo | Tratamiento (Kg) | Control (Kg) | Diferencia | % |
|--------|------------------|--------------|------------|--------|
| Hembra | 2.35 ± 1.51 | 2.63 ± 1.11 | - 0.28 | -10.64 |
| Macho | 2.05 ± 1.05 | 2.62 ± 0.94 | - 0.57 | -21.75 |

Fuente: Moreno, (2019).

El índice de conversión alimenticia (ICA) mostró que las terneras suplementadas con monensina sódica tuvieron mayor eficiencia en el uso del alimento, comparado con las del tratamiento control (gráfica V); donde el promedio fue de 2.35 kg para el grupo con monensina sódica y 2.63 kg para el grupo control; reflejando una reducción en el consumo de alimento de 10.64% (cuadro IV). Según Hallows (1989), el índice de conversión alimenticia disminuye a medida que los terneros pasan a ser rumiantes: siendo 1.9 kg para terneros de 0 a 5 semanas y 3.0 kg para los terneros de 5 a 12 semanas.

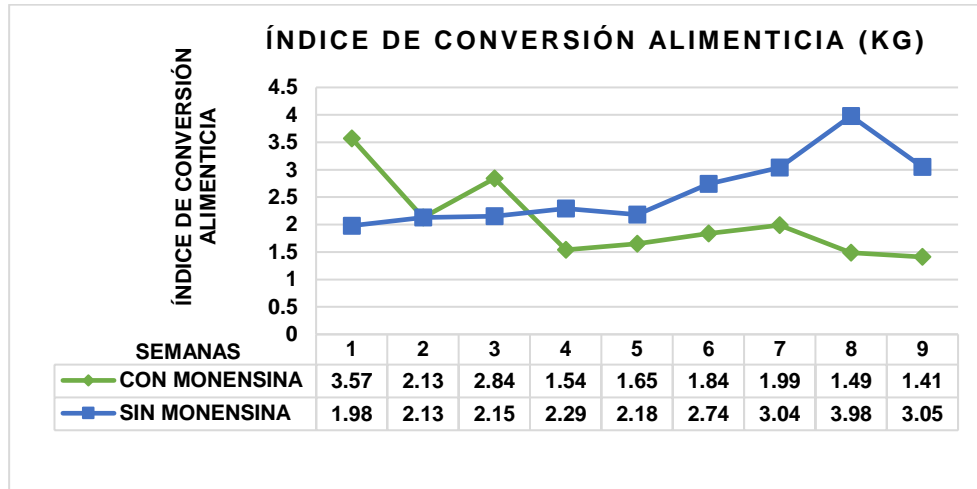
Gráfica V. Índice de conversión alimenticia (kg) en el sexo hembra según los tratamientos.



Fuente: Moreno, (2019).

El comportamiento de la tendencia en el índice de conversión alimenticia (ICA) muestra que los terneros tratados con monensina sódica fueron más eficientes en el uso del alimento comparado con los del tratamiento control (gráfica VI). Se obtuvo un promedio de 2.05 kg para el tratamiento con monensina sódica y 2.62 kg para el control, lo cual redujo 21.75% el consumo de alimento (cuadro IV).

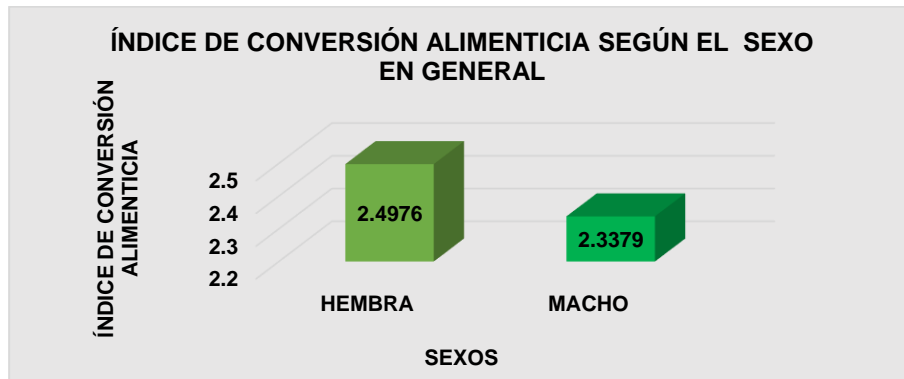
Gráfica VI. Índice de conversión alimenticia en el sexo macho, según los tratamientos.



Fuente: Moreno, (2019).

Al realizar la prueba de comparación de medias Tukey comprobamos que si hubo diferencia estadística en el índice de conversión alimenticia entre los tratamientos ($P < .05$), pero no según las demás fuentes de variación contempladas en el estudio ($P > .05$); como se ilustra en el cuadro III del análisis de varianza. Se encontró un promedio de 2.4976 kg para las hembras y 2.3379 kg para los machos (gráfica VII). Bavera, Bocco y col, (2017) señalan que los machos consumen más alimento que las hembras precisamente por una mayor tasa metabólica, pesan al nacer entre 5% a 7% más que las hembras y son más eficientes en la conversión de alimento que las hembras, como lo demuestra los resultados obtenidos en el presente estudio.

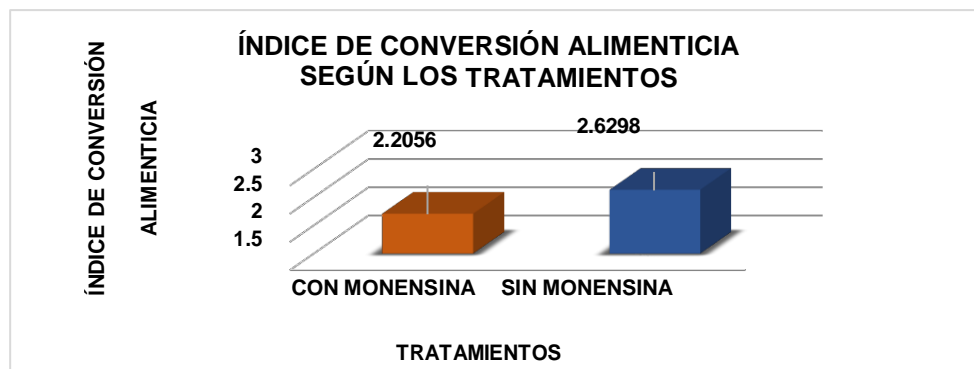
Gráfica VII. Índice de conversión alimenticia (kg) de las terneras y terneros tratados con monensina sódica y su control.



Fuente: Moreno, (2019).

De acuerdo con la evaluación por tratamientos se encontró diferencia estadística en el índice de conversión alimenticia ($P < .05$) como se muestra en el cuadro III del análisis de varianza y la gráfica VIII donde los promedios de conversión fueron de 2.2056 kg para el tratamiento con monensina sódica y 2.6298 kg para los del tratamiento control.

Gráfica VIII. Índice de conversión alimenticia (kg) en las terneras y terneros tratados con monensina sódica y su control.



Fuente: Moreno, (2019).

4.3. Medidas zootecnimétricas tomadas como indicadores de crecimiento y desarrollo corporal en terneros y terneras lactantes.

El estudio de la conformación exterior de los bovinos tiene por objeto determinar las principales medidas corporales y sus relaciones mediante índices que pueden ser de peso o de dimensiones. son herramientas importantes en la evaluación del crecimiento y desarrollo corporal, entre y dentro de razas y cruces destacados en la ganadería de leche (Mahecha, Angulo y Manrique, 2002).

La importancia de estos procesos fisiológicos es de enorme trascendencia práctica ya que todo tipo de producción animal depende de ellos y su eficiencia determina en gran parte el proceso productivo. Tanto el crecimiento como el desarrollo son el resultado de una serie de cambios anatómicos y fisiológicos complejos que ocurren en el organismo animal; a través de los cuales se opera la transformación de una única célula en un animal adulto típico de la especie. Hammond (1960), entiende por crecimiento el aumento de peso experimentado por los animales desde el nacimiento hasta su estabilización en la edad adulta, y por desarrollo las modificaciones que experimentan las proporciones, conformación, composición química corporal y funciones fisiológicas del animal a medida que avanza la edad. Aunque ambos fenómenos pueden producirse simultáneamente, es posible que un individuo se desarrolle (aumente su largo y alto) sin experimentar alteraciones en su peso (crecimiento) o un individuo adulto (que ha terminado su desarrollo) aumente su peso por engorde (crecimiento) (Gómez, Muñoz y Restrepo, 2007).

El desconocimiento de las curvas de crecimiento y de parámetros productivos de interés económico, ha limitado la implementación de programas de mejoramiento zotécnico que permitan aumentar la productividad, como lo son la velocidad de crecimiento, la tasa de madurez a diferentes edades y la edad al sacrificio (Gómez, Muñoz y Restrepo, 2007).

La edad es uno de los factores más decisivos en el peso vivo de los animales, pues experimenta cambios progresivos desde el nacimiento hasta la adultez. La alimentación es el principal factor exógeno para considerar en el conjunto de particularidades ambientales gravitantes sobre el crecimiento. Para obtener efectos positivos, es necesario garantizar un suministro constante de alimento en la cantidad adecuada y de un valor nutricional que cumpla con las exigencias metabólicas de los animales (Gómez, Muñoz y Restrepo, 2007).

4.3.1. Perímetro torácico

Garro y Rosales (1996) señalan que el perímetro torácico es la medida corporal más exacta y la que ha dado mejor resultado para estimar el peso vivo del animal mediante ecuaciones de regresión, con coeficientes de correlación mayores a 0.80 (Touchberry, 1951; Tanner y Lusch.,1954; Delage *et al.*, 1995; Aora *et al.*, 1981; Pani *et al.*, 1981)". La medida de este parámetro se toma en la cinchera o retroescápula.

El perímetro torácico fue diferente entre sexo ($P < .0001$). Se obtuvo un promedio de 79.87 cm para los machos y 75.72 cm para las hembras gráfica XI; siendo los machos 5.48% superiores a las hembras. Sin embargo, no se observó diferencias estadística entre los tratamientos ($P > .05$), pero si entre los periodos ($P < .0001$). Salles y Lucci (2000) encontraron que la monensina sódica mejoró éste parámetro; contrario a lo reportado por Meinert y col. (1992) quienes no encontraron diferencia significativa en altura a la cruz y perímetro torácico al utilizar monensina sódica.

Cuadro V. Análisis de varianza para el perímetro torácico (cm) en terneros y terneras lecheras evaluadas en el estudio.

| Fuente de variación | DF | Tipo I SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|---------------------|----|-------------|----------------------|---------|--------|
| SEXO | 1 | 464.385208 | 464.385208 | 32.37 | <.0001 |
| TRAT | 1 | 28.060208 | 28.060208 | 1.96 | 0.1662 |
| SEXO*TRAT | 1 | 5.997245 | 5.997245 | 0.42 | 0.5199 |
| TIEM | 8 | 3386.308935 | 423.288617 | 29.51 | <.0001 |
| SEXO*TIEM | 8 | 22.090417 | 2.761302 | 0.19 | 0.9912 |
| TRAT*TIEM | 8 | 61.773750 | 7.721719 | 0.54 | 0.8238 |
| SEXO*TRAT*TIEM | 8 | 8.503380 | 1.062922 | 0.07 | 0.9997 |
| Error | 72 | 1032.788333 | 14.344282 | | |

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|----------------|----------|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 35 | 3977.119144 | 113.631976 | 7.92 | <.0001 |
| Total correcto | 107 | 5009.907477 | | | |
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | PTCM Media | | |
| 0.793851 | 4.868075 | 3.787385 | 77.80046 | | |

($P < .01$) diferencia estadística; ($P > .01$) no hay diferencia estadística.
 ($P < .05$) diferencia estadística; ($P > .05$) no hay diferencia estadística.
 ($P < .0001$) diferencia estadística; ($P > .0001$) no hay diferencia estadística

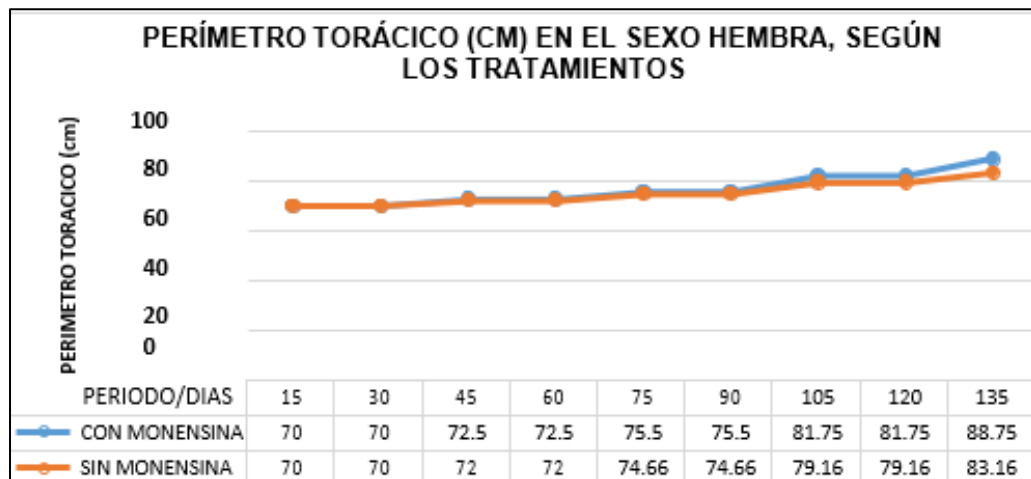
Cuadro VI. Perímetro torácico promedio de las terneras y terneros tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control.

| Sexo | Tratamiento (cm) | Control (cm) | Diferencia | % |
|--------|------------------|--------------|------------|--------|
| Hembra | 76.47 ± 6.57 | 74.98 ± 4.74 | + 1.49 | + 1.98 |
| Macho | 80.14 ± 7.42 | 79.60 ± 7.25 | + 0.54 | + 0.67 |

Fuente: Moreno, (2019).

El perímetro torácico promedio de las terneras que fueron tratadas con monensina sódica fue de 76.47 cm y 74.98 cm para las del tratamiento control (gráfica IX). Se obtuvo un beneficio de +1.98 % en el incremento del perímetro lo cual pudo estar asociado con el uso de la monensina sódica (cuadro VI).

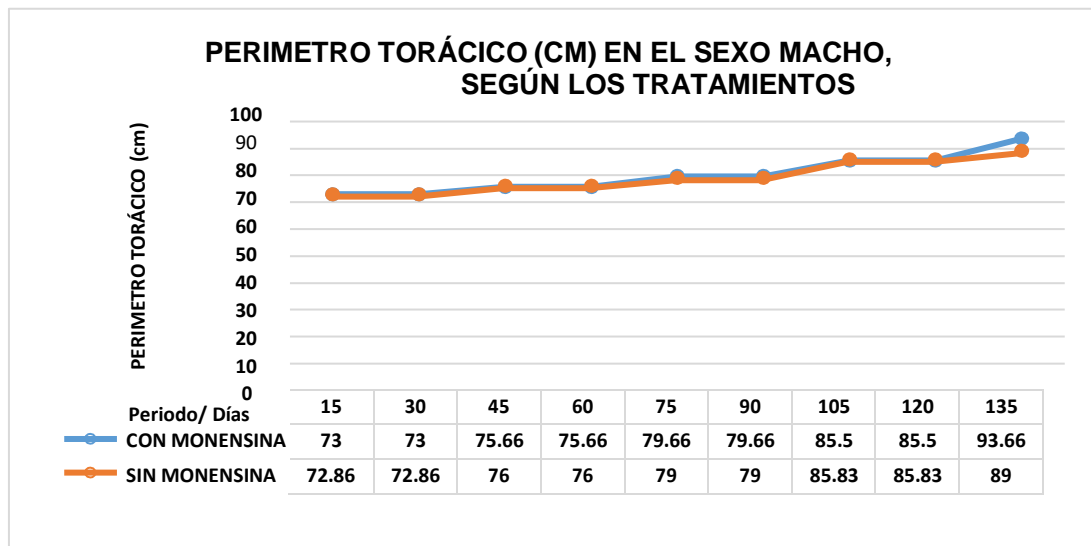
Gráfica IX. Perímetro torácico promedio (cm) de las terneras a través de los primeros 63 días en el periodo como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

La gráfica de crecimiento del perímetro torácico muestra que los terneros que fueron tratados con monensina sódica tuvieron una ligera superioridad, comparado con los de el tratamiento control (gráfica X). Se obtuvo una media de 80.14 cm para el tratamiento con monensina sódica y 79.60 cm para el control, reflejando mayor crecimiento en el grupo tratado con monensina sódica +0.67 % (cuadro VI).

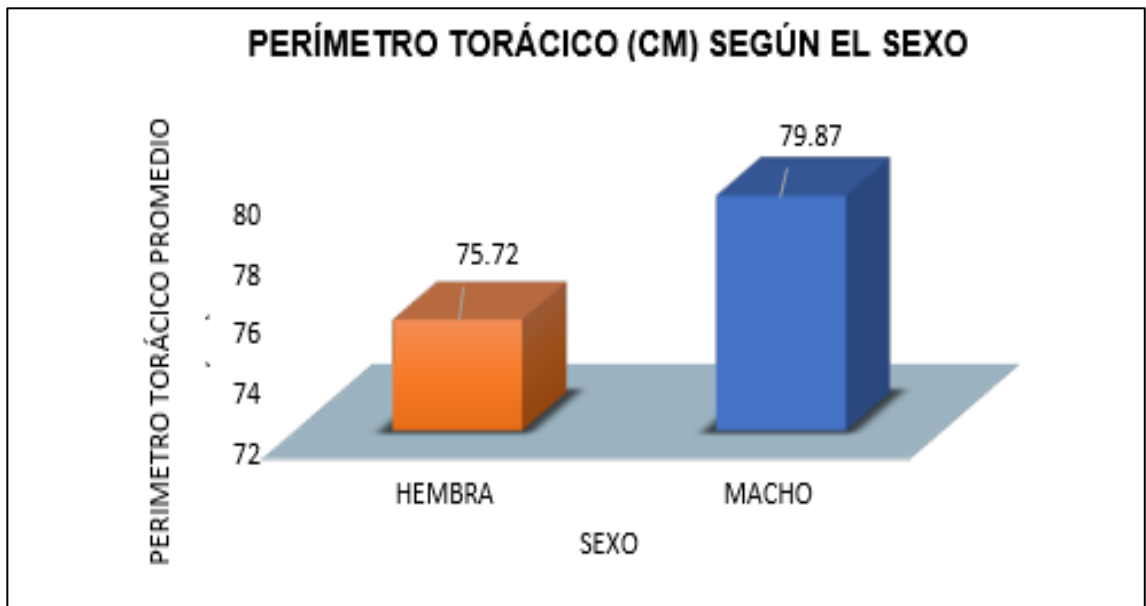
Gráfica X. Perímetro torácico promedio (cm) de los terneros según los tratamientos, durante los primeros 63 días de lactantes.



Fuente: Moreno, (2019)

Al realizar la prueba de Tukey, el perímetro torácico mostró diferencia significativa entre sexo ($P < .05$). Se encontró un promedio de 79.87 cm para los machos y 75.72 cm para las hembras (gráfica XI). Bavera, Bocco y col, (2017) mencionan que los machos crecen más rápido que las hembras debido precisamente a la mayor potencia de los andrógenos con respecto a los estrógenos sobre la estimulación del crecimiento.

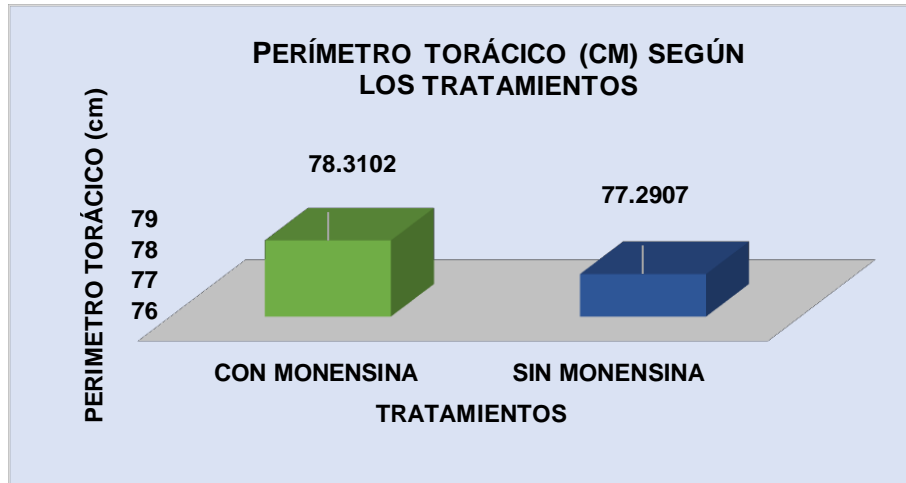
Gráfica XI. Perímetro torácico promedio (cm) de los terneros y terneras según el sexo, durante 63 días como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

El perímetro torácico no tuvo diferencia estadística entre tratamientos ($P > .05$). Se encontró un promedio de 78.31 cm para el tratamiento con monensina sódica y 77.29 cm para el tratamiento control (gráfica XII). Esto significa que la inclusión de la monensina sódica en la dieta de terneros lactantes no condujo a un mayor desarrollo según la perimetría torácica, ante todo porque el periodo de lactante resultó muy corto para inducir cambios dimensionales en el cuerpo.

Gráfica XII. Perímetro torácico promedio (cm) de los terneros y terneras según los tratamientos, durante 63 días como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

4.3.2. Altura a la cruz.

La curva de crecimiento del vacuno, así como la mayoría de las especies animales tienen una curva típica de crecimiento, que es sigmoidea o curva en forma de S. Una fase lenta al comienzo, una fase de aceleración posterior y finalmente una fase inhibidora en el cual el crecimiento se atenúa y al final cesa (Bach, 2016).

La altura a la cruz (cm) mostró diferencia estadística significativa entre sexo ($P < .0001$); dando como resultado un promedio de 74.57 cm para las hembras y 77.04 cm para los machos (gráfica XV), siendo los machos de mayor tamaño que las hembras en 3.31%.

También se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P < .0002$), obteniéndose promedios de 76.75 cm para el tratamiento con monensina sódica y 74.86 cm para el tratamiento control (gráfica XVI); lográndose una diferencia de +2.52% por efecto del uso de la monensina sódica. Se observó diferencia entre periodos ($P < .0001$), indicando que el incremento de altura a la cruz también estuvo influenciado por la edad.

Cuadro VII. Análisis de varianza para la altura a la cruz (cm) en terneros y terneras lecheras evaluadas en el estudio.

| Fuente de variación | DF | Tipo I SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|---------------------|----|-------------|----------------------|---------|--------|
| SEXO | 1 | 165.020833 | 165.020833 | 27.18 | <.0001 |
| TRAT | 1 | 97.280093 | 97.280093 | 16.02 | 0.0002 |
| SEXO*TRAT | 1 | 0.835648 | 0.835648 | 0.14 | 0.7117 |
| TIEM | 8 | 1288.504630 | 161.063079 | 26.53 | <.0001 |
| SEXO*TIEM | 8 | 8.541667 | 1.067708 | 0.18 | 0.9935 |
| TRAT*TIEM | 8 | 27.615741 | 3.451968 | 0.57 | 0.8002 |
| SEXO*TRAT*TIEM | 8 | 3.393519 | 0.424190 | 0.07 | 0.9998 |
| Error | 72 | 437.166667 | 6.071759 | | |

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|----------------|----------|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 35 | 1591.192130 | 45.462632 | 7.49 | <.0001 |
| Total correcto | 107 | 2028.358796 | | | |
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | ACCM Media | | |
| 0.784473 | 3.250347 | 2.464094 | 75.81019 | | |

($P < .01$) diferencia estadística; ($P > .01$) no hay diferencia estadística.
 ($P < .05$) diferencia estadística; ($P > .05$) no hay diferencia estadística
 ($P < .0001$) diferencia estadística; ($P > .0001$) no hay diferencia estadística

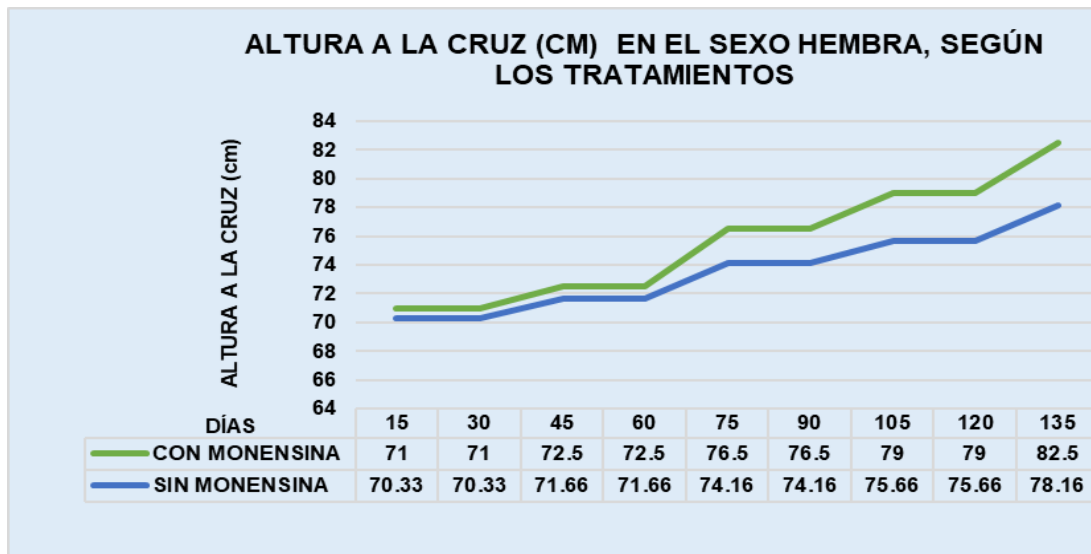
Cuadro VIII. Altura a la cruz promedio (cm) de los terneros y terneras tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control.

| Sexo | Tratamientos (cm) | Control (cm) | Diferencia | % |
|--------|-------------------|--------------|------------|--------|
| Hembra | 75.61 ± 3.96 | 73.53 ± 2.78 | +2.08 | + 2.82 |
| Macho | 77.90 ± 4.53 | 76.18 ± 4.88 | +1.72 | + 2.25 |

Fuente: Moreno, (2019).

Con los datos obtenidos de las mediciones de altura a la cruz, tomadas cada 15 días, trazamos la tendencia del crecimiento de las terneras utilizadas en este estudio (gráfica XIII), donde encontramos que las terneras que fueron tratadas con monensina sódica tuvieron una media de 75.61 cm y las del tratamiento control 73.53 cm. Se logró un incremento en altura a la cruz de +2.82% influenciado por el uso de la monensina sódica (Cuadro VIII).

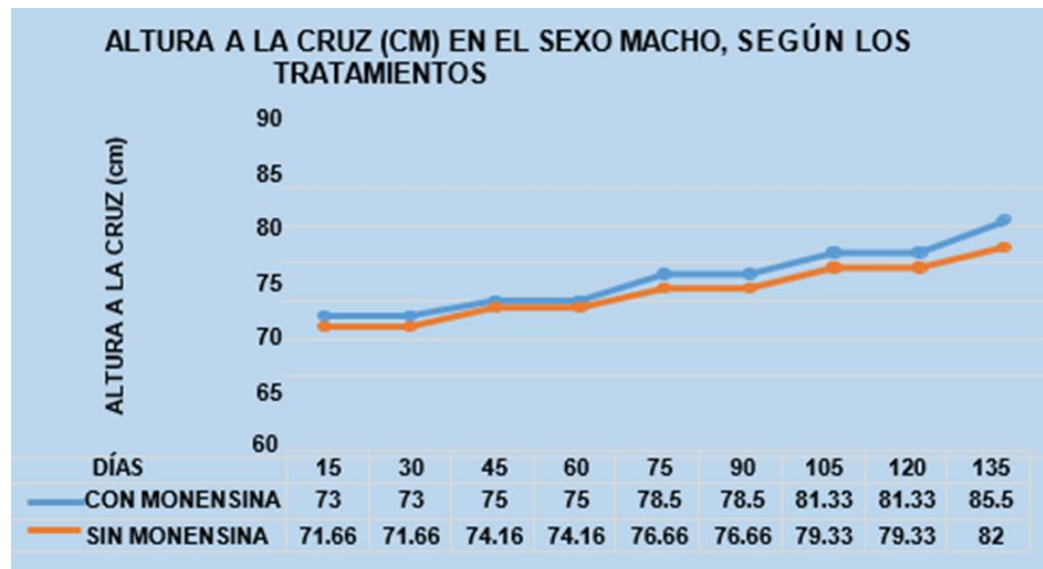
Gráfica XIII. Altura a la cruz promedio (cm) de las terneras según los tratamientos, durante los primeros 63 días como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

Del mismo modo se tomó medidas de altura a la cruz en los terneros después del nacimiento a los ,15, 30, 45 y 63 días (gráfica XIV), donde encontramos que los terneros que fueron tratados con monensina sódica tuvieron una media de 77.90 cm y los del tratamiento control 76.18 cm, observándose una diferencia de +2.25 % a favor de los terneros que fueron tratados con monensina sódica (cuadro VIII).

Gráfica XIV. Altura a la cruz promedio (cm) de los terneros según los tratamientos, durante 63 días como lactantes.

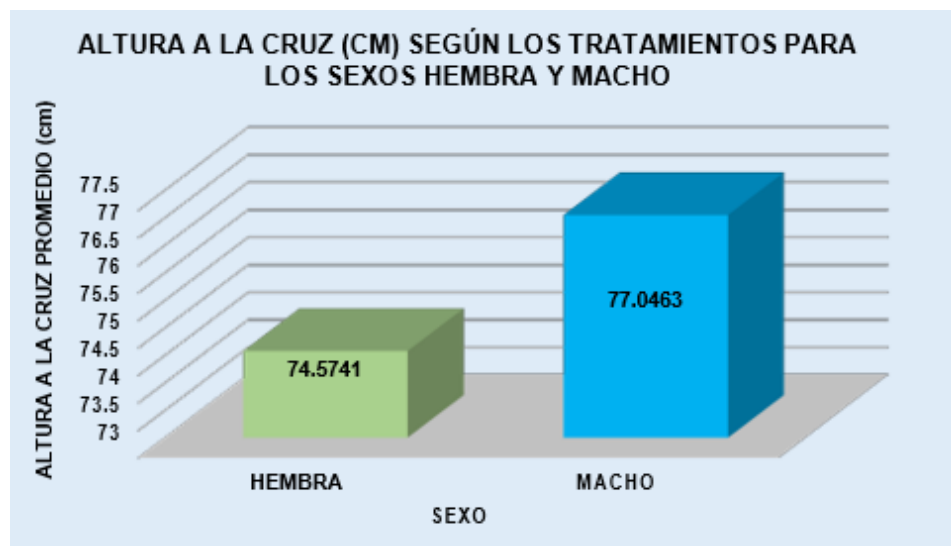


Fuente: Moreno, (2019).

Las medias de altura a la cruz mostraron diferencia estadística entre sexos ($P < .05$); donde los machos tuvieron una media de 77.04 cm y las hembras 74.57 cm (Gráfica XV); reflejando un mayor crecimiento de los machos sobre las hembras. Estos resultados coinciden con lo mencionado por Bavera, Bocco y col, (2017), donde, “la velocidad de crecimiento de un animal depende fundamentalmente de su edad, de su peso adulto y del sexo”.

Al nacimiento el macho tiene entre cuatro a cinco porciento de su peso adulto, en tanto que la hembra, aunque es más liviana tiene entre siete a diez porciento del peso adulto, lo que indica que la hembra nace más madura que el macho, lo cual también explica la menor tasa de crecimiento.

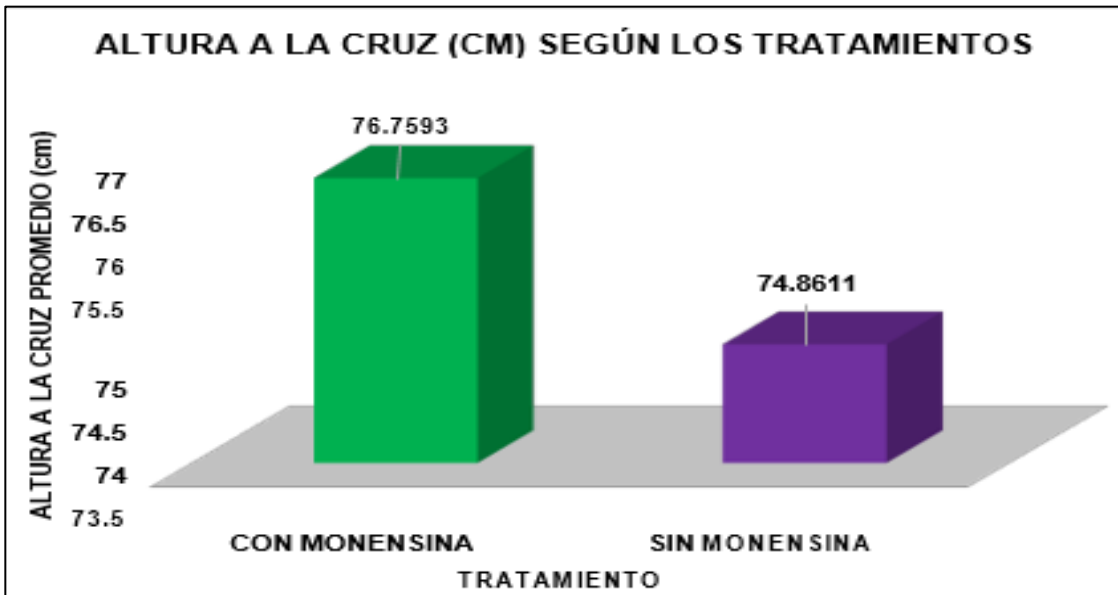
Gráfica XV. Altura a la cruz promedio (cm) de las terneras y terneros según los tratamientos, durante 63 días como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

También se encontró diferencia estadística entre tratamientos ($P < .05$). Se obtuvo como resultado que los terneros y terneras tratadas con monensina sódica tuvieron un promedio de 76.75 cm en altura a la cruz y para el tratamiento control fue de 74.86 cm (gráfica XVI). Sin embargo, estas diferencias fueron pequeñas lo cual se puede adjudicar al periodo de lactante, el cual fue relativamente corto ya que el estudio fue limitado a los primeros 63 días por tratarse de terneros de lechería en la zona baja.

Gráfica XVI. Altura a la cruz promedio (cm) de las terneras y terneros según los tratamientos, durante 63 días como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

A pesar de lograrse pequeñas diferencias entre los tratamientos para los machos y las hembras; puede indicarse que la influencia de la monensina en la dieta estuvo evidenciada con una mayor altura de la cruz de manera sostenida. Lo que representó una influencia positiva sobre el desarrollo, aunque el periodo experimental fue corto.

4.3.3. Altura a la grupa

La altura a la grupa (cm) fue diferente entre sexo ($P < .0001$), con promedios de 79.28 cm para los machos y 76.67 cm para las hembras (gráfica XIX), siendo los machos 3.40% superiores a las hembras. También se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P < .0001$), alcanzando promedios de

conversion de 79.02 cm para el tratamiento con monensina sódica y 76.93 cm para el tratamiento control (gráfica XX). Se logró un incremento de 2.72 % por el uso de la monensina sodica. El tiempo tuvo diferencia estadística (P<.0001).

Cuadro IX. Análisis de varianza para la altura a la grupa (cm) en terneros y terneras lecheras evaluadas en el estudio.

| Fuente de variación | DF | Tipo I SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|---------------------|----|-------------|----------------------|---------|--------|
| SEXO | 1 | 184.083333 | 184.083333 | 27.01 | <.0001 |
| TRAT | 1 | 118.231481 | 118.231481 | 17.35 | <.0001 |
| SEXO*TRAT | 1 | 12.000000 | 12.000000 | 1.76 | 0.1887 |
| TIEM | 8 | 1337.004630 | 167.125579 | 24.52 | <.0001 |
| SEXO*TIEM | 8 | 10.541667 | 1.317708 | 0.19 | 0.9910 |
| TRAT*TIEM | 8 | 30.393519 | 3.799190 | 0.56 | 0.8090 |
| SEXO*TRAT*TIEM | 8 | 1.041667 | 0.130208 | 0.02 | 1.0000 |
| Error | 72 | 490.666667 | 6.814815 | | |

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|----------------|-----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 35 | 1693.296296 | 48.379894 | 7.10 | <.0001 |
| Total correcto | 107 | 2183.962963 | | | |

| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | AGCM Media |
|------------|----------|----------|------------|
| 0.775332 | 3.347615 | 2.610520 | 77.98148 |

(P<.01) diferencia estadística; (P>.01) no hay diferencia estadística.

(P<.05) diferencia estadística; (P>.05) no hay diferencia estadística.

(P<.0001) diferencia estadística; (P>.0001) no hay diferencia estadística.

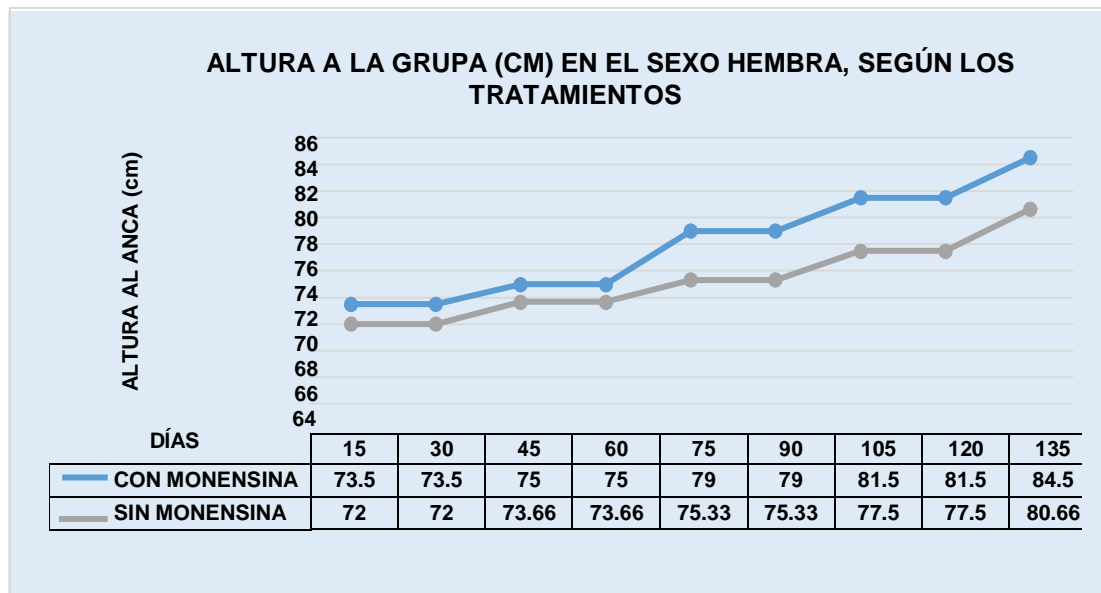
Cuadro X. Altura a la grupa promedio (cm) de las terneras y terneros tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control.

| Sexo | Tratamiento (cm) | Control (cm) | Diferencia | % |
|--------|------------------|--------------|------------|-------|
| Hembra | 78.05 ± 3.86 | 75.29 ± 2.91 | + 2.76 | +3.66 |
| Macho | 80.00 ± 4.80 | 78.57 ± 5.03 | + 1.43 | +1.82 |

Fuente: Moreno, (2019)

Con los datos obtenidos de las mediciones de altura a la grupa, tomadas cada 15 días, trazamos la tendencia del crecimiento de las hembras utilizadas en este estudio (gráfica XVII), donde se encontró diferencia estadística entre tratamientos ($P < .05$), las terneras que fueron tratadas con monensina sódica tuvieron una media de 78.05 cm y las del tratamiento control 75.29 cm, observándose una diferencia de +3.66 % a favor de las terneras que fueron suplementadas con monensina sódica (cuadro X). El tiempo o edad de los terneros tuvo influencia sobre el crecimiento de este parámetro, como se puede apreciar en las gráficas XVII, XVIII.

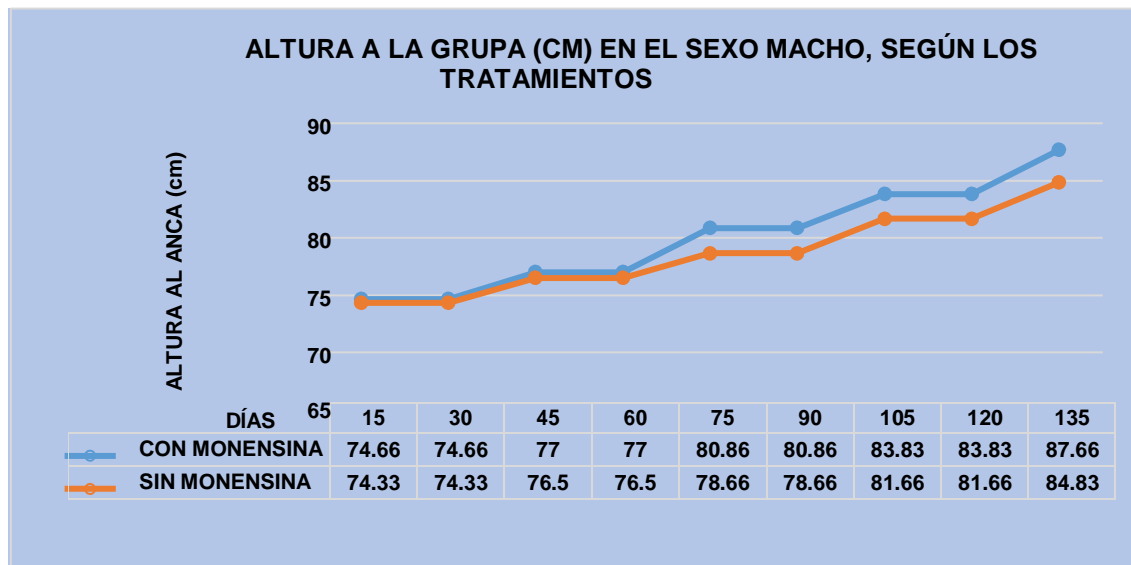
Gráfica XVII. Altura a la grupa promedio (cm) de las terneras según los tratamientos, durante 63 días como lactantes.



Fuente: Moreno, 2019.

La altura a la grupa de los terneros macho también fue medida después del nacimiento a los 15, 30, 45 y 63 días (gráfica XVIII). Se pudo apreciar un crecimiento promedio de 80.00 cm en los terneros tratados con monensina sódica y 78.57 cm en los no tratados, observándose una diferencia de +1.82 % influenciado por el uso de la monensina sódica (cuadro X).

Gráfica XVIII. Altura a la grupa promedio (cm) de los terneros según los tratamientos, durante 63 días como lactantes.

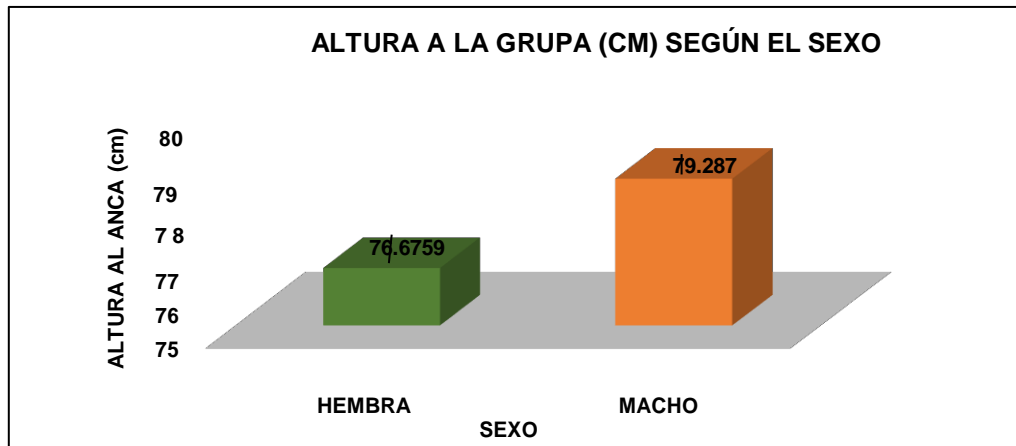


Fuente: Moreno, (2019).

Las medias de altura a la grupa mostraron diferencia estadística entre sexo ($P < .05$); los machos tuvieron un promedio de 79.28 cm y las hembras 76.67 cm (Gráfica XIX). Según Araúz (2008 - 2016), la estatura para las hembras bovina de la raza Holstein al nacimiento es de 66 cm, a los 30 días es de 71 cm y a los 60 días es de 77 cm. Como podemos apreciar es muy similar a la estatura

encontrada en este estudio para las hembras evaluadas en los 63 días que duro el estudio.

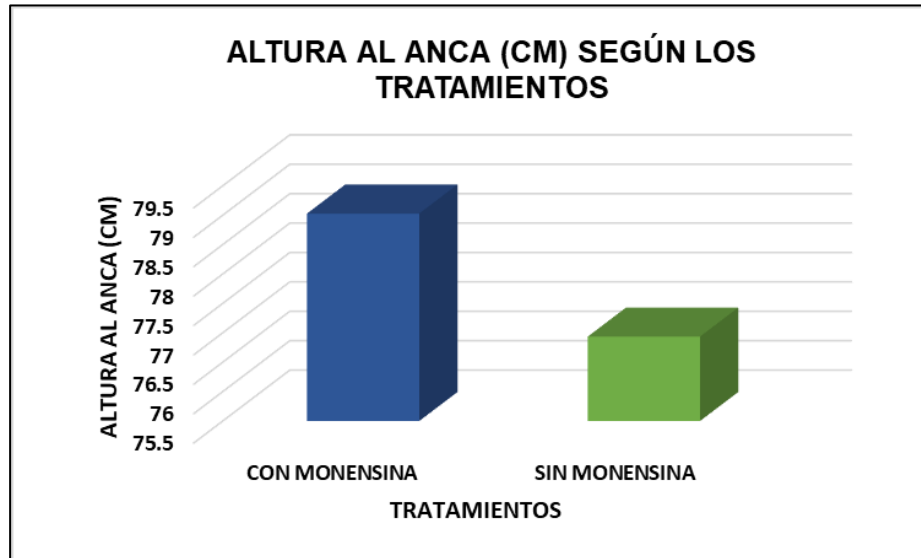
Gráfica XIX. Altura al anca promedio (cm) de los terneros y terneras según los tratamientos, durante 63 días como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

Del mismo modo se encontró que la altura a la grupa tuvo influencia positiva por el uso de la monensina sódica ($P < .05$), en donde el promedio fue de 79.02 cm en los terneros tratados y 76.93 cm en los no tratados (gráfica XX), lográndose un incremento de +2.71%, por el uso de la monensina sódica como promotor de crecimiento.

Gráfica XX. Altura a la grupa promedio (cm) de los terneros y terneras según los tratamientos, durante 63 días como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

Pudo observarse que la monensina sodica estuvo apreciada con un ligero pero mayor desarrollo de los terneros de leche lactantes (macho y hembra) según la altura a la grupa. Esto pese al escenario nutricional, donde estas sustancias facilitan los procesos del desarrollo y el crecimiento en los bovinos jóvenes como lo fue en este grupo de lactantes.

4.4. Perfil de Hemoglobina

La Hemoglobina es una molécula que forma parte del eritrocito; es la encargada del transporte de oxígeno y dióxido de carbono y mide la concentración del eritrocito en la sangre. Según Jiménez (2003) la hemoglobina estructuralmente es una proteína de 68 kDa, formada por cuatro cadenas de globina y cuatro grupos

hemo; cada cadena está unida a un grupo hemo mediante enlace no-covalente y entre las cuatro organizan un tetrámero que coordina un átomo de hierro (Ramírez, 2010).

El perfil de hemoglobina mostró diferencias estadísticas significativas entre los sexos ($P=0.0126$); encontrándose una media de 9.1952 g/100 ml para los machos y 8.7291 g/100 ml para las hembras (gráfica XXIII), lo cual indica que los terneros macho tuvieron +5.33% de hemoglobina que las hembras. Sin embargo, no se observó efecto de la monensina sobre este parámetro ($P>0.05$), aunque se encontró una diferencia de 3.17% en los terneros que consumieron monensina sodica.

Cuadro XI. Análisis de varianza para el contenido de hemoglobina (g/100 ml) en terneros y terneras lecheras evaluados bajo la influencia de la monensina sódica.

| Fuente de variación | DF | Tipo I SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|---------------------|----|-------------|----------------------|---------|--------|
| SEXO | 1 | 5.86600833 | 5.86600833 | 6.54 | 0.0126 |
| TRAT | 1 | 2.11960093 | 2.11960093 | 2.36 | 0.1285 |
| SEXO*TRAT | 1 | 2.34377870 | 2.34377870 | 2.61 | 0.1103 |
| TIEM | 8 | 13.10661852 | 1.63832731 | 1.83 | 0.0857 |
| SEXO*TIEM | 8 | 8.84556667 | 1.10569583 | 1.23 | 0.2924 |
| TRAT*TIEM | 8 | 6.35824074 | 0.79478009 | 0.89 | 0.5322 |
| SEXO*TRAT*TIEM | 8 | 6.46992963 | 0.80874120 | 0.90 | 0.5195 |
| Error | 72 | 64.5410667 | 0.8964037 | | |

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|----------------|-----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 35 | 45.1097435 | 1.2888498 | 1.44 | 0.097 |
| Total correcto | 107 | 109.6508102 | | | |

| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | HGNA Media |
|------------|----------|----------|------------|
| 0.411395 | 10.56430 | 0.946786 | 8.962130 |

($P<0.01$) diferencia estadística; ($P>0.01$) no hay diferencia estadística.
 ($P<0.05$) diferencia estadística; ($P>0.05$) no hay diferencia estadística
 ($P<0.0001$) diferencia estadística; ($P>0.0001$) no hay diferencia estadística

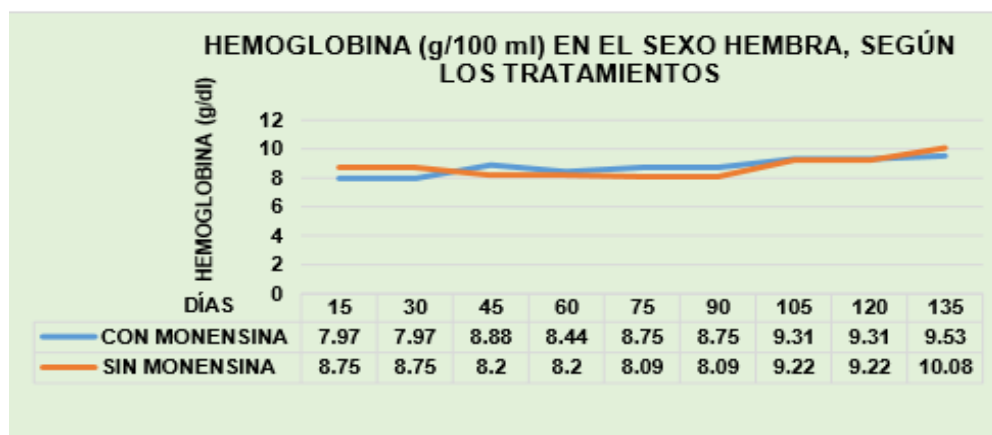
Cuadro XII. Perfil de hemoglobina promedio (g/100 ml) de las terneras y terneros tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control.

| Sexo | Tratamiento (g/100 ml) | Control (g/100 ml) | Diferencia | % |
|--------|------------------------|--------------------|------------|--------|
| Hembra | 8.72 ± 1.23 | 8.73 ± 1.03 | - 0.01 | - 0.11 |
| Macho | 9.48 ± 0.86 | 8.90 ± 0.69 | + 0.58 | + 6.61 |

Fuente: Moreno, (2019).

Se puede apreciar que ambos grupos tuvieron un perfil de hemoglobina muy similar; encontrándose una media de 8.72 g/100 ml para las hembras del tratamiento con monensina sódica y 8.73 g/100 ml para el tratamiento control. Se evidencia que ambos grupos mostraron cierto grado de anemia si se parte de los valores normales para los bovinos jóvenes de leche como lo indica Cunnighaam (2001) no obstante, según Palacio y Narvaez (2018) estos valores serán normales ya que el rango normal oscila entre 7.5 y 12.8 g/100 ml.

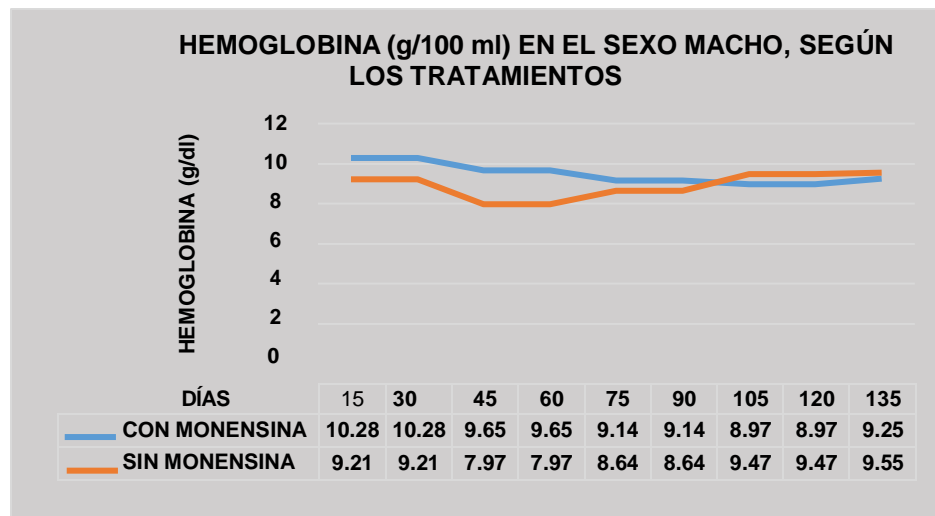
Gráfica XXI. Perfil de Hemoglobina (g/100 ml) de las terneras según los tratamientos, evaluado durante 63 días en el periodo como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

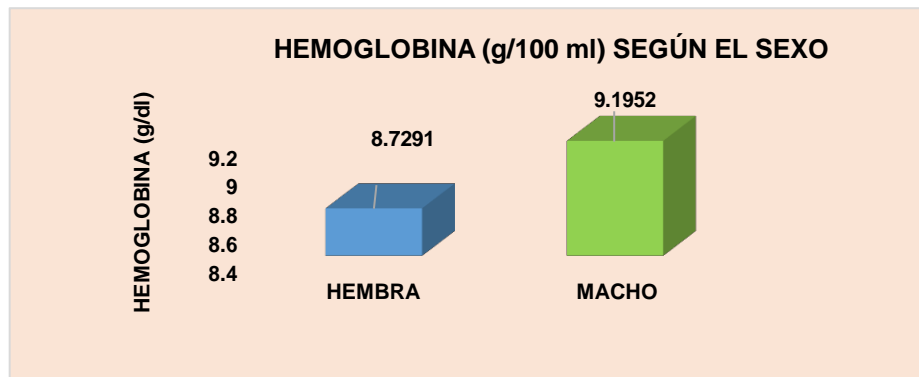
En la gráfica XXII se ilustra el perfil de hemoglobina promedio encontrado en los terneros utilizados en este estudio. Se puede apreciar que los terneros que fueron suplementados con monensina sódica presentaron un contenido de hemoglobina promedio de 9.48 g/100 ml y en los no suplementados fue de 8.90 g/100 ml, lográndose un incremento de +6.61 % por efecto de la monensina sódica (cuadro XII). Esto deja la impresión que el beneficio como desparasitante y bacteriostato benefició ligeramente a los animales del grupo tratado, a pesar del corto periodo de exposición a la monensina sodica. Por otro lado puede indicarse que los animales del grupo control presentaron un menor contenido de hemoglobina (hgba) desde el inicio del estudio hasta las siguientes 75 días.

Gráfica XXII. Perfil de Hemoglobina (g/100 ml) de los terneros según los tratamientos, evaluados durante 63 días en el periodo como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

Gráfica XXIII. Perfil de Hemoglobina (g/100 ml) de los terneros y terneras lecheras evaluado bajo la influencia de la monensina sódica durante 63 días en el periodo como lactantes.

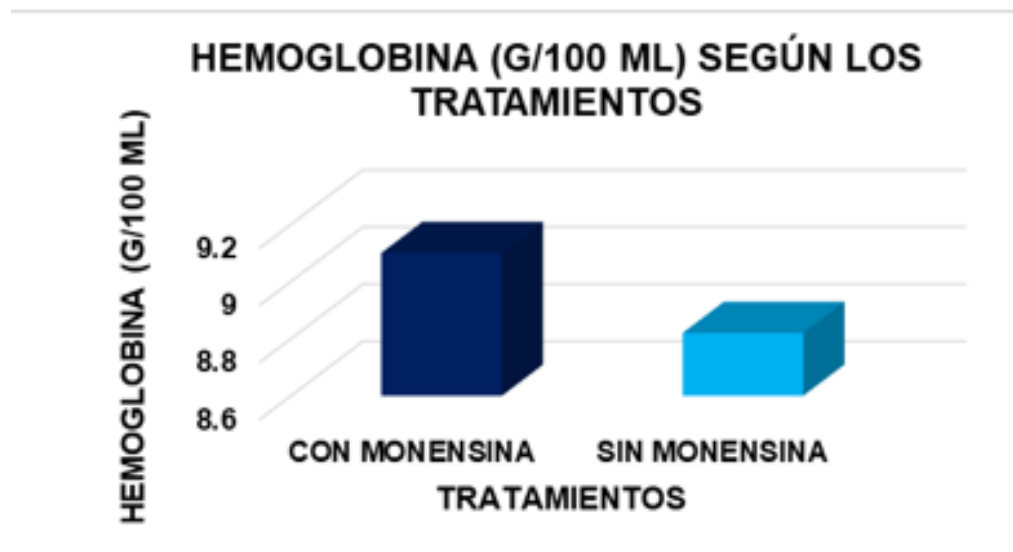


SEXO

Fuente: Moreno, (2019).

El perfil de hemoglobina fue diferente entre sexos ($P < .05$). Reportándose una media de 9.19 g/100 ml para los machos y 8.72 g/100 ml para las hembras (gráfica XXIII). Sin embargo, no se encontró diferencia estadística entre tratamientos ($P > .05$); obteniendo un promedio de 9.10 g/100 ml para el tratamiento con monensina sódica y 8.82 g/100 ml para el tratamiento control (gráfica XXIV).

Gráfica XXIV. Perfil de Hemoglobina (g/100 ml) de los terneros y terneras según los tratamientos, evaluados durante 63 días en el periodo como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

Meyer & Harvey, (2000); indican que los valores de hematocrito y hemoglobina durante el desarrollo fetal alcanzan valores cercanos a los adultos al momento del nacimiento; luego se presenta una rápida disminución durante las primeras

semanas de vida que es seguida por el incremento de forma gradual hacia los valores adultos a los cuatro meses de edad.

4.5. Carga parasitaria de *Eimeria* spp. expresada como conteo de Ooquistes por gramo de heces (OPG).

Es una infección intestinal que afecta principalmente a animales jóvenes entre la tercera semana y el primer año de vida, aunque puede afectar a animales mayores, se caracteriza clínicamente por producir diarrea, anorexia y deshidratación. El impacto económico está asociado a la disminución en el consumo de alimento, baja conversión alimenticia, baja ganancia de peso y en casos severos produce la muerte de los animales afectados Rodríguez, Ojeda y col., (2011).

En estudios realizados por Bangoura y Dauschiesse, (2007) demostró que *E. zuernii* tiene efectos sobre la ganancia de peso y los parámetros hemodinámicos. En ganado para producción de carne la reducción de peso puede superar los 5 kg. En altas infecciones *E. zuernii* (25000 ooquistes) altera el balance de los electrolitos produciendo disminución en las concentraciones de sodio y cloro (21 días post infección), además de que se presenta acidosis, y hemoconcentración, existe una respuesta inflamatoria y una liposis Rodríguez, Ojeda y col. (2011).

En este estudio se encontró diferencia estadística significativa para la carga parasitaria de *Eimeria* spp. (OPG) entre sexo ($P=.0382$), reportado una media de 74.44 OPG en los machos y 97.22 OPG en las hembras (gráfica XXVII); los machos estaban menos parasitado en un 30.60% con respecto a las hembras.

También se observó diferencia significativa entre tratamientos ($P < .0007$), resultando un promedio de 66.67 OPG en los terneros tratados con monensina sódica y 105.00 OPG en los terneros del tratamiento control (gráfica XXVIII); causando una diferencia de 36.50% por el uso de la monensina sodica. De igual manera pudimos apreciar que hubo diferencia estadística entre tiempo ($P < .0001$) y efecto de interacción sexo por tiempo ($P < .0001$).

Cuadro XIII. Análisis de varianza para la carga parasitaria de *Eimeria spp* (OPG) en terneros y terneras lecheras evaluadas en el estudio mediante el uso de la monensina sódica.

| Fuente de variación | DF | Tipo I SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|---------------------|----|-------------|----------------------|---------|--------|
| SEXO | 1 | 14008.3333 | 14008.3333 | 4.46 | 0.0382 |
| TRAT | 1 | 39675.0000 | 39675.0000 | 12.62 | 0.0007 |
| SEXO*TRAT | 1 | 6378.7037 | 6378.7037 | 2.03 | 0.1586 |
| TIEM | 8 | 128233.3333 | 16029.1667 | 5.10 | <.0001 |
| SEXO*TIEM | 8 | 363233.3333 | 45404.1667 | 14.45 | <.0001 |
| TRAT*TIEM | 8 | 40233.3333 | 5029.1667 | 1.60 | 0.1399 |
| SEXO*TRAT*TIEM | 8 | 32196.2963 | 4024.5370 | 1.28 | 0.2672 |
| Error | 72 | 226266.6667 | 3142.5926 | | |

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|----------------|-----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 35 | 623958.3333 | 17827.3810 | 5.67 | <.0001 |
| Total correcto | 107 | 850225.0000 | | | |

| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | EIMOPG Media |
|------------|----------|----------|--------------|
| 0.733874 | 65.31126 | 56.05883 | 85.83333 |

**($P < .01$) diferencia estadística; ($P > .01$) no hay diferencia estadística.
 ($P < .05$) diferencia estadística; ($P > .05$) no hay diferencia estadística.
 ($P < .0001$) diferencia estadística; ($P > .0001$) no hay diferencia estadística.**

En la (gráfica XXV) se muestra el comportamiento de la carga parasitaria *Eimeria spp.* (OPG) en las terneras; se encontró que las hembras que recibieron el tratamiento con monensina sódica tuvieron -42.99% OPG de *Eimeria* que las hembras no tratadas (cuadro XIV).

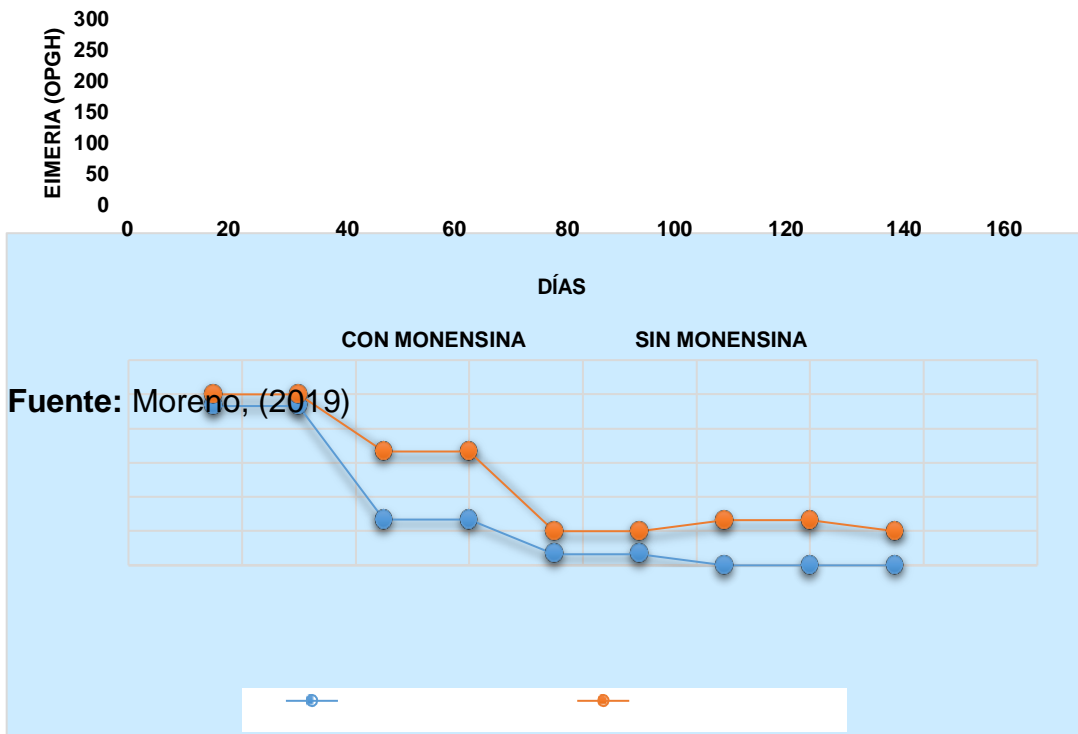
Cuadro XIV. Conteo promedio de Eimeria spp. Ooquistes por gramo de heces (OPG) en terneras y terneros tratados con monensina sódica (1.4 mg/kg pv) y su control.

| Sexo | Tratamiento (cm) | Control (cm) | Diferencia | % |
|--------|------------------|----------------|------------|---------|
| Hembra | 70.73 ± 98.3 | 124.07 ± 93.40 | - 53.7 | - 43.28 |
| Macho | 62.96 ± 85.02 | 85.92 ± 69.07 | - 22.96 | - 26.72 |

Fuente: Moreno, (2019).

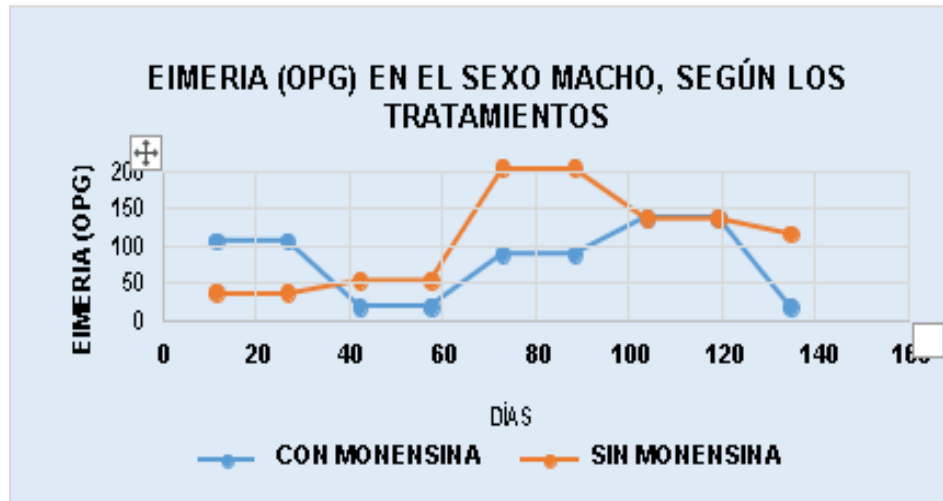
Gráfica XXV. Carga parasitaria de Eimeria spp. Ooquistes por gramo de heces (OPG) en las terneras evaluadas bajo la influencia de la monensina sódica, durante 63 días en el periodo como lactantes.

CARGA PARASITARIA EIMERIA SPP. (OPG) EN EL SEXO HEMBRA, SEGÚN LOS TRATAMIENTOS



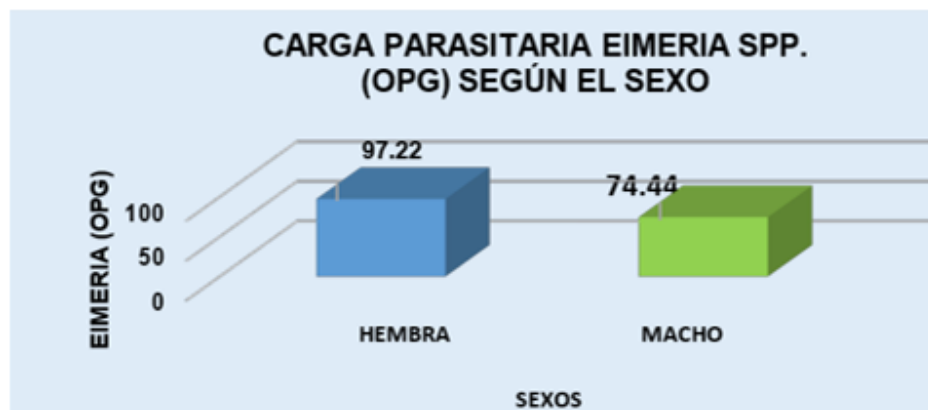
La carga parasitaria fue diferente entre tratamientos ($P < .05$), se encontró que los terneros que fueron tratados con monensina sódica tuvieron -26.72 % (OPG) de *Eimeria* spp. con respecto a los del tratamiento control (cuadro XIV).

Gráfica XXVI. Carga parasitaria *Eimeria* spp. (OPG) de los terneros según los tratamientos, durante 63 días como lactantes.



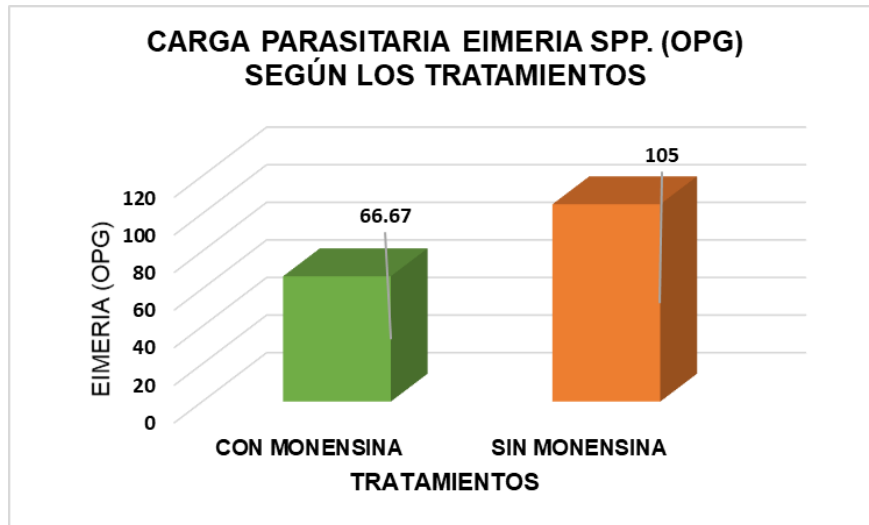
Fuente: Moreno, (2019).

Gráfica XXVII. Carga parasitaria *Eimeria* spp. (OPG) de las terneras y terneros evaluados bajo la influencia de la monensina sódica, durante 63 días en el periodo como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

Gráfica XXVIII. Carga parasitaria Eimeria spp. (OPG) de las terneras y terneros evaluados bajo la influencia de la monensina sódica, durante 63 días en el periodo como lactantes.



Fuente: Moreno, (2019).

4.6. Análisis económico.

El análisis de presupuesto parcial es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos. El término "presupuesto parcial" indica que éste no incluye todos los costos de la producción, sólo los que son afectados por los tratamientos alternativos considerados. Al considerar los costos relacionados el agricultor sólo debe preocuparse por aquellos que difieren entre los tratamientos, es decir, los costos que varían (CIMMYT, 1988).

Según Gittinger (1982), Jolly y Clonts (1993) "el análisis de presupuesto parcial se utiliza para evaluar los cambios esperados en los costos y rendimientos por la introducción de algunos cambios en el sistema de producción". En este tipo de

experimento, el cambio puede ocurrir por la intensificación de la producción, por alteración de tecnología o por el aumento de la eficiencia con cada tratamiento, el Presupuesto parcial relata el concepto marginal en el que sólo se evalúan los cambios. En este análisis, sólo se incluyen los cambios en la renta y los gastos, no los valores totales. El resultado final es una estimación de ganancia o pérdida en el beneficio. La viabilidad económica del cambio se calcula simplemente con el total de la ganancia (ingresos) menos el total de costos (Salles y Lucci, 2000).

Las únicas variaciones ocasionadas por la adición de monensina que podrían influir en los costos de producción fueron el consumo de alimento concentrado y la ingestión de monensina; los demás fueron iguales para todos los terneros. El ingreso fue calculado tomando en cuenta el consumo de alimento por parte de los terneros que fueron tratados con monensina sódica y los no tratados; y los costos, con la adición del gasto en raciones más los gastos por la adición de la monensina sódica.

Cuadro XV. Costo de alimentación por ternero, según los tratamientos, durante un periodo de 63 días como lactantes.

| DIETA | TRATAMIENTO CON MONENSINA SÓDICA | TRATAMIENTO SIN MONENSINA SÓDICA |
|--|---|---|
| Costo de la dieta líquida (\$/ternero/día) | 1.01 | 1.01 |
| Costo de la dieta sólida (\$/ternero/día) | 0.27 | 0.36 |
| Costo de monensina sódica \$/ternero/día | 0.0068 | 0 |
| TOTAL | 1.2868 | 1.37 |
| Diferencia | 0.08 \$ | |

Fuente: Moreno, (2019).

4.7. Costos de la investigación.

Cuadro XVI. Costo de los tratamientos del estudio, considerando los insumos utilizados en los animales.

| INSUMOS | TRATAMIENTO CON MONENSINA SÓDICA | TRATAMIENTO SIN MONENSINA SÓDICA |
|-----------------------|---|---|
| Concentrado Calfy Two | 105.6 \$ | 138.96 \$ |
| Sustituto lácteo | 384.09 \$ | 384.09 \$ |
| Monensina sodica | 2.63 \$ | ----- |
| Baño garrapaticida | 16.80 \$ | 16.80 \$ |
| Mano de obra | 96.39 \$ | 96.39 \$ |
| TOTAL | 605.51 \$ | 636.24 \$ |

Fuente: Moreno, (2019).

Cuadro XVII. Presupuesto parcial de los tratamientos utilizados en el experimento con monensina sódica en la alimentación de terneros lactantes en un periodo de 63 días.

| TRATAMIENTOS | CON MONENSINA SÓDICA | SIN MONENSINA SÓDICA |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| valor medio levante de ternero) \$ | 100.91 | 106.04 |
| Valor medio ajustado levante de ternero) \$ | 90.82 | 95.44 |
| costo bruto (\$/ternero). | 23.90 | 34.35 |
| Costo de consumo de monensina sódica (\$/ternero) | 0.4383 | 0 |
| Costo del consumo de concentrado (\$/ternero) | 17.6 | 23.16 |
| Total de costos que varían (\$/ternero) | 18.03 | 23.16 |
| costo neto (\$/ternero) | 5.87 | 11.19 |
| Beneficio sobre el control= 11.19 – 5.87 = 5.32 \$ | | |

Fuente: Moreno, (2019).

Se puede observar que el uso de la monensina sódica marco una diferencia en cuanto al costo de los tratamientos principalmente por un menor consumo de alimento concentrado, causando un ahorro en el costo de crianza de 5.32 balboas por ternero durante los primeros dos meses de vida (cuadro XVII). Siendo así que el costo de levante para los terneros que no consumieron monensina sodica fue de 106.04 balboas y 100.91 balboas para los que fueron tratados con el ionoforo. (cuadro XVII).

V. CONCLUSIONES

El uso de la monensina sódica en los primeros sesenta y tres días después del nacimiento estuvo asociado con un mayor peso corporal y un mayor crecimiento, pero sin lograr un grado de significancia entre los tratamientos y donde ambos sexos fueron beneficiados por el uso de la monensina sódica.

El uso de la monensina sodica estuvo asociada con una menor conversión alimenticia en los terneros y terneras tipo leche durante sus primeros sesenta y tres días después del nacimiento; a pesar de que no se encontró una diferencia estadística marcada.

La aplicación de la monensina sodica en la alimentación favoreció un mayor aprovechamiento nutricional de los alimentos lo que fue tipificado por una mayor tasa de crecimiento y desarrollo corporal.

La incorporación de la monensina sódica mostró una relación positiva, favoreciendo una mayor concentración de hemoglobina en los terneros y terneras tipo leche durante su fase de lactantes.

La utilización de la monensina sódica en la dieta de los terneros lecheros lactantes mostró una reducción en el conteo de ooquistes de *Eimeria* spp. representando una ventaja secundaria en el medio intestinal por favorecer los procesos digestivos y el aprovechamiento de los nutrientes; lo cual fue ratificado por una mayor conversión alimenticia y tasa de crecimiento corporal.

El uso de la monensina sódica contribuyó en el mejoramiento del costo de alimentación dado que se observó un mayor crecimiento y aprovechamiento de los alimentos; lo cual se tradujo en un mayor beneficio económico asociado con la alimentación y el aprovechamiento nutricional.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio se recomienda utilizar el ionóforo monensina sódica para mejorar la eficiencia de conversión alimenticia (ECA), ganancia de peso, crecimiento corporal y como coccidiostato en terneros lactantes. Los resultados en todos los casos fueron satisfactorios con diferencias poco marcada; pero con un valor económicamente factible en la alimentación de terneros lactantes.

Evaluar la influencia de la monensina sódica en terneros destetados considerando un solo sexo (hembra o macho).

Estratégicamente dentro de la alimentación se recomienda suministrar la monensina sódica antes de la comida, para no afectar el consumo por efecto de la palatabilidad del ionóforo. Para lo cual se sugiere agregarla en una mezcla de 80 gramos de harina de maíz y 20 gramos de leche en polvo, lo que hace un total de 100 gramos de vehículo y cuya presentación es bien tolerada y consumida por los terneros.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, M. R. (1993). Efecto de promotores de crecimiento en el engorde de toretes. Tesis de Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Tegucigalpa, Honduras.
- Adrien, L. y Rivero, R. (2009). Interpretación de un hemograma completo y su aplicación práctica. Recuperado de [http://www.buiatriapaysandu.org/ateneos/Inter %20hemog_completo1](http://www.buiatriapaysandu.org/ateneos/Inter%20hemog_completo1)
- Anrique R. R., Fuchslocher, S., Iraira Y. R. y Saldaña. (2008). Composición de alimentos para el ganado de la Zona Sur. Universidad Austral de Chile, Consorcio Lechero, Ministerio de Agricultura. 3° Ed., p.87
- APSA Internacional S.A. (2001). Anticoccidial / Anticoccidial MONENSINA 20%. Recuperado de [https://www.apsanet.com.ar/descarga/apsa-monensina-20\(779\).pdf](https://www.apsanet.com.ar/descarga/apsa-monensina-20(779).pdf)
- Araúz, E. E. (2008). Análisis de experimentos en Ciencia Animal. Programa de maestría en ciencia animal. VIP. Universidad de Panamá.
- Araúz, E. E., Araúz E. y, Norato, J. I. (2017). Perfil del desarrollo corporal en novillas Holstein y pardo suizo en Panamá y estrategias para cuidar el potencial lechero y el bienestar animal en el clima tropical. Recuperado de: [http://www.engormix. Com/ganadería-leche/articulos/perfil-desarrollo-corporal-novillas-t40534.htm](http://www.engormix.Com/ganadería-leche/articulos/perfil-desarrollo-corporal-novillas-t40534.htm)
- Bach, R. y Chuctaya, J. (2017). Crecimiento corporal y catorce medidas zoométricas de la descendencia de tres reproductores brown swiss del cip

chuquibambilla. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5966/Chuctaya_Cutiri_Roger_Jaime.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bacha F. (1999). Nutrición del ternero neonato (nacido). Nacoop, S.A. Madrid. XV Curso de Especialización. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, Barcelona, España, 277-301. Recuperado de: [http://www.produccionanimal.com.ar/informaciontecnica/destete/07nutricion del ternero neonato.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informaciontecnica/destete/07nutricion%20del%20ternero%20neonato.pdf)

Ballina, A. (2010). Manejo Sanitario Eficiente del Ganado Bovino: Principales Enfermedades. Recuperado de <http://www.fao.org/3/as497s/as497s.pdf>

Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H. y Petryna, A. (2017). Crecimiento, desarrollo y precocidad. Conceptos de crecimiento y desarrollo animal. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderialeche/articulos/crecimiento-desarrollo-precocidad-t40596.htm>

Benesi. F., Lizandra do Rêgo, M., Naylor Lisbôa A., Simões Coelho C. y Mieko Sakata R. (2003). Parametros bioquímicos para avaliacao da funcao hepática em bezerras sadias, da raza, holandesa, no primeiro mes de vida. Universidad Federal de Santa María. Santa Maria, Brasil.

Berrio, M., Correa, M., y Jiménez, M. (2003) El hemograma: análisis interpretación con las tres generaciones. Universidad de Antioquia. Colombia.

BOVISACC - Productos: Montanba SRL. (2001). Uso de Ionóforos y Levaduras Vivas (*Sacharomyces cerevisae*) en Dietas de Bovinos. Recuperado de <http://www.montanba.com.ar/productos/61327/BOVISACC>

Bretschneider, G. (2009). Beneficios del uso de monensina en la alimentación del ganado para carne, leche y cría. Recuperado de http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/art_divulgacion/ad_0025.htm

- Burla, E. R. (2007). Descripción de un caso de intoxicación crónica con monensina en bovinos. (tesina doctoral, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina). Recuperado de [www.bedatouyasociados.com.ar > profesionales > tesinas-y-publicaciones](http://www.bedatouyasociados.com.ar/profesionales/tesinas-y-publicaciones).
- Calle, D. (2011). Intoxicación por la administración y consumo de monensina en bovinos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Agraria del Ecuador. Recuperado de: <http://docshare04.docshare.tips/files/5506/55063103.pdf>
- Camiruaga, M.(S/F). Crecimiento y desarrollo. Recuperado de http://www7.uc.cl/sw_educ/prodanim/crecimie/fiv.htm.
- Carro, M. y Ranilla, M. (2002). Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas. Recuperado de http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/01-aditivos_antibioticos_promotores.pdf
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT. Recuperado de <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Crianza de terneros y reemplazos de lechería. Recuperado de: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33844.pdf>
- Cruz, A. (2001). Efecto del uso de ionóforos en rumiantes. Monografías. Recuperado de [sb3568e66f056d0d3.jimcontent.com > module > name > ionoforos](http://sb3568e66f056d0d3.jimcontent.com/module/name/ionoforos)
- Cura, A. (2019). Diarreas en terneros. Recuperado de http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/26/Cría%20y%20Salud%2026_34-37.pdf

Dauguschies, A. (2012). XVII Congreso internacional ANEMBE de medicina. La coccidiosis del ternero: ¿misión cumplida? Recuperado de [https://www.unillanos.edu.co/docus/libro%20ponencias%20ANEMBE%202012\(1\).pdf](https://www.unillanos.edu.co/docus/libro%20ponencias%20ANEMBE%202012(1).pdf)

Davis, C. L. y Drackley, J. K. (1998). The development, nutrition, and management of the young calf. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 339 p

De Armas, R. (2017). Valores hemo-hematimetrico normales en el bovino. Módulo n° 3 de la catedra Salud animal ZOO. 300. Recuperado de https://www.google.com/search?q=perfil+hematimetrico+de+bovinos+tipo+leche+en+la+fase+lactante&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=fPbafc-7LCREFM%253A%252CImkJeiYDtkUOVM%252C_&vet=1&usg=AI4_-kSxfeEBu0gr6KAORU5GOR9Z9RAQPg&sa=X&ved=2ahUKEwjktawlvkAhWCv1kKHYYWEAfcQ9QEwA3oECAkQDA&biw=1326&bih=696#imgrc=BPm5WFfJLUvGIM:&vet=1

EECOPAR. (2013). Implementación de buenas prácticas adaptativas pecuarias en la parroquia de Papallacta. Recuperado de <https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/07/Guía-Sanitaria-Ganado.pdf>

Efecto del uso de Ionóforo en Bovinos y algunas particularidades de la Adición de Monensina. Recuperado de <https://www.ganaderia.com/micrositio/Pisa-Agropecuaria/Efecto-del-uso-de-Ionóforosen-Bovinos-y-algunas-particularidades-de-la-Adición-de-Monensina>

Elizondo, J. A. y Sánchez M. (2012). Efecto del consumo de dieta líquida y alimento balanceado sobre el crecimiento y desarrollo ruminal en terneras de lechería. *Agronomía Costarricense*, 36(2).

Elizondo, J. A. (2013). Requerimientos de proteína para terneras de lechería. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es>descarga>articulo>

- Elizondo, J. A. (2013). Requerimientos de energía para terneras de lechería. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v24n01_209.pdf
- Elizondo, J. A. y Vargas, A. M. (2015). Determinación del costo de la crianza de terneras desde el nacimiento hasta el destete en una lechería comercial especializada. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es /descarga /articulo/5166296.pdf> · Archivo PDF
- Errecalde, C., Prieto, G., García H. y Luders, C. (1994). Recursos farmacológicos en producción animal. https://web.uchile.cl/vignette/monografias veterinaria /monografiasveterinari a.uchile.cl/CDA/mon_vet_completa/0,1421,SCID% 253D9172%2526ISID% 253D451,00.html
- Escobar, F. (2008). Evaluación de 30 parámetros hemáticos en bovinos bos indicus en los municipios de San Juan de Urabá y Arboletes del Urabá Antioqueño. Universidad CES. Medellín, Colombia.
- Fernández, A. G. (2018). Resistencia a la monensina. Recuperado de <https://rsa.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2018/09/Informe-RAM-monensina.pdf>
- Fisiología sanguínea. Recuperado en: <dehttps://sites.google.com/site/ fisio1uan/ fisiologia-sanguinea>
- Fuentes, A. (2017). Crianza intensiva de terneras de reemplazo. ppt. curso producción bovina de leche. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.
- Fuentes, P. A. (2006). Utilización de monensina sódica, en combinación con melaza, úrea y azufre para estimular ganancia de peso en novillos en etapa de pre-ceba. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6756/13991015.pdf?sequence=1>

- Garro, J. M. y Rosales, L. R. (1996). Relación entre el peso corporal y el perímetro torácico en ganado cebuino en crecimiento en Costa Rica 1/. Recuperado de https://www.mag.go.cr/rev_agr/v20n02_113.pdf
- Garzón, B. (2008). Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. Recuperado de <https://www.portalveterinaria.com/rumiantes/articulos/2887/sustitutos-lecheros-en-la-alimentacion-de-terneros.html>
- Gill, J. (1987). Factorial designs. En: experimental designs in animal and medial sciences, ISU, IA, USA, volume II
- Gittinger, J.P. (1982). Economic analysis of agricultural projects. London: The Johns Hopkins University. 505p. doi: <https://doi.org/10.1017/S0014479700022894>
- Guzmán, M. (2004). Evaluación productiva y económica de la crianza artificial de terneros con dos dosis de alimentación. Tesina de grado. FCV, UNCPBA. Tandil.
- Hammond, J. (1960). Farm animals. Edward Arnold Publishers Ltd., 3ª ed, London, VIII, 322 p.
- Heinrichs, A. J. (1993). Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. J. Dairy Science. 76:3179-3187.
- Herrera, J. G. y Barreros, A. S. (2001). Análisis estadísticos de experimentos pecuarios, utilizando el programa SAS. Instituto de Investigación en Ciencias Veterinaria, Universidad Autónoma de Baja California.
- Inchausti, D., & Tagle, E. (1980). Bovinometría Exterior y la Raza. El Ateneo. Buenos Aires Argentina. Recuperado de <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=504790&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22TAGLE,%20E.%20C.%22&qFacets=autoria:%22TAGLE,%20E.%20C.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>

- Jiménez, A. (S/F). Coccidiosis bovina. Recuperado de http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/17/cys_17_coccidiosis_bovina.pdf
- Jiménez, A. (2003). Prohibición del uso de monensina sódica en la alimentación del ganado vacuno: repercusiones y alternativas. Recuperado de http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/6/cys_6_Prohibicion_uso_monensina_sodica.pdf
- Jolly, C.M. y Clonts, H.A. (1993). Economics of aquaculture. Australia: Food Products. 319p.
- Kent, J. y Ewbank, R. (1986) The effect of road transportation on the blood constituents and behaviour of calves. II. One to three weeks old. *British Veterinary Journal*, 142,131-140.
- Kolb, E. (1987). Fisiología Veterinaria. Zaragoza, Acribia (pp. 464–475).
- Krugüer, G. (2009). Evaluación de un deslechador en terneros Holando Argentino. Tesina de grado. FCV, UNCPBA. Tandil.
- Lanuza, A. (2006). Crianza de terneros y reemplazos de lechería. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue Boletín Inia N° 148. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33844.pdf>
- Luchiari Filho, A., Boin, C., Alleoni, G.F. et al. (1990). Efeito do ionóforo ICI 139603 no desempenho e conversão alimentar de novilhos zebu alimentados com gramíneas tropicais. *Bol. Ind. Anim.*, 47(2):169-172.
- Mac Loughlin R. J. (2005). Conversión alimenticia como herramienta de decisión durante los engordes de bovinos. Impacto sobre los precios de venta y el resultado económico. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/conversion-alimenticia-como-herramienta-t31446.htm>.

- Mahecha, L., Angulo, J. y Manrique L. (2002). Predicción del peso vivo a través del perímetro torácico en la raza bovina Lucerna. Rev Col Cienc Pec Vol. 15: 1, 2002. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo>.
- Manual de manejo y alimentación de vacunos. Recuperado de <http://www.actualidadganadera.com/articulos/manual-de-manejo-alimentacion-de-vacunos-uno.html>
- Mella, C. y González, H. (2013). Crianza artificial de hembras de reemplazo: sustitutos vs leche entera. Departamento de Producción Animal, Universidad de Chile. Recuperado de www.uchile.cl/documentos/crianza-artificial-de-hembras-de-reemplazo. Archivo PDF.
- Meyer, D. y Harvey, J. (2000). El laboratorio en medicina veterinaria. Interpretación y diagnóstico. Buenos Aires: Inter-Médica. (pp. 385).
- Monge C. y Elizondo J. (2016). La importancia del agua en la crianza de reemplazos de lechería. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Estación Experimental Alfredo Volio Mata Universidad de Costa Rica. Recuperado de https://eeavm.ucr.ac.cr/Documentos/ARTICULOS_PUBLICADOS/2016/215.pdf
- Moran J. (2002). Calf rearing. A practical guide. Landlinks Press. 2° Ed. Australia. 211 p. National Research Council (NRC). (1981). Nutritional energetics of domestic animals and glossary of energy terms. National Academy Press. Washington, DC., USA. 54 p.
- Munguía, V. Y. (2017). Evaluación de Rumensin® 200 (monensina sódica) y Procreatin7® (*Saccharomyces cerevisiae*) en el desempeño productivo de vacas primíparas de un hato lechero del trópico seco. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6114/1/CPA-2017-073.pdf>
- National Research Council (NRC). (2001). Nutrient requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Washington, DC., USA. National Academy Press. 381 p.

Nelson, D. L. y Cox, M. M. (2000). Lehninger principles of biochemistry. 3 ed. New York, USA. Worth Publishers. 1200 p.

Odriozola, N. (2004). Intoxicación por monensina. E.E.A INTA Balcarce, Argentina. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/intoxicaciones/41-intoxicacion_por_monensina.pdf

Pérez, A. E. (1999). Efecto de la adición de monensina sódica a terneros de levante suplementados con bloques multinutricionales. Tesis de ingeniería, Zamorano, Honduras. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/ee43/87ddec5b891a5fd8f58df196aac9b083abac.pdf>

Pineda, M. (2017). La crianza de terneros de lechería. Engormix. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/crianza-terneros-lecheria-t40547.htm>

Presas, G. (2006). Efecto de la adición de un ionóforo en la ración sobre la producción y calidad de la leche en vacas holstein y pardo suizo bajo condiciones de pastoreo mas suplementación. Tesis (maestría en ciencias pecuarias) Universidad de Guadalajara. CUCBA. Disponible en: <http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4674>

Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA). (2010). Manejo eficiente del ganado bovino: principales enfermedades. Recuperado de <http://www.fao.org/3/as497s/as497s.pdf>

Quigley, J. (2001). Calf Note # 44. Niveles de Grasa en los Sustitutos de Leche. Recuperado de www.calfnotes.com/CNliquido.htm

Quintero, B. (2007). Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros (Substitutes milkmen. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, 1695, 7504.

Quiroga, P. A. (2013). Determinación de algunos parámetros hematológicos y de química sanguínea en terneros cebuínos menores de 20 días del Magdalena

Medio. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/17532/T14.13%20Q48d.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramirez, L. (1998). Observaciones hematológicas en varios rumiantes tropicales. Universidad de los Andes. Revista científica. Vol 3. NO. Venezuela. 105-112.

Ramírez, I. (2006). La volemia en los animales domésticos. Núcleo Universitario Rafael Rangel de la Universidad de Los Andes. 2, 4-5. Trujillo, Venezuela.

Ramírez, P. A. (2010). comportamiento del metabolismo hem en neonatos bovinos bajo condiciones experimentales en trópico bajo. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/3354/1/7409004.2010.pdf>

Relling A. E., Mattioli, G. A. (2003). Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Editorial EDULP (Ediciones 2002 y 2003). Facultad de Ciencias Veterinarias U.N.L.P. Recuperado de: <https://ecaths1.s3.amazonaws.com/catbioquimicavet/fisio%20dig%20rumiantes.pdf>

Reyes, (2001). Uso de concentrado proteico en la alimentación de terneras de 0 a 60 días. Recuperado de <https://www.google.com/#q=CONSUMO+CONCENTADO+SEGUN+REYES+2001>

Rivera, A. (2000). Determinación del retorno de la inversión en la crianza y desarrollo de novillas Jersey a primer parto en la zona de altura de la Meseta Central de Costa Rica. Tesis para optar al grado de licenciatura. Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca

Roberto, J. y Mac, L. (2005). Conversión alimenticia como herramienta de decisión durante los engordes de bovinos. Impacto sobre los precios de venta y el resultado económico.

Rodríguez, J. M. y González, S. S. (2000). Efectos biológicos y productivos de los ionóforo en rumiantes. Recuperado de <http://www.produccion->

animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/31-efectos.pdf. VOL. 25 N° 8

Rodríguez, R., Ojeda, M. y Pérez, L. C. (2011). Epidemiología, diagnóstico y control de la coccidiosis bovina. Recuperado de https://www.academia.edu/31033300/Epidemiologia_de_enfermedades_parasitarias_en_Animales_Domesticos

Roldán, V. P., Luna, M. y Gasparotti, M. (2006). Variaciones en perfiles hematológico de bovinos lecheros de la Cuenca del salado en distintos estados fisiológicos (Hematologic profile variation of dairy cows in gestation and lactation of Cuenca del Salado). Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. Vol. VII, No 12.

Rossanigo C., Bengolea A. y Sager R. L. (2011). Patologías de la intensificación bovina en la región Semiárida – Subhúmeda del Centro de la Argentina. Información Técnica N° 179. (ISSN 0327 – 425X). EEA San Luis (tirade 1000 ejemplares): 28 pag.

Roy, J. (1970). The calf: Nutrition and health. 3rd edition. The Pennsylvania State University Press. University Park, USA. 164 p.

Salles, M. y Lucci, C. (2000). Monensina para Bezerros Ruminantes em Crescimento Acelerado. Revista Brasileira de Zootecnia. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n2/5797.pdf>

Sánchez, R. (S/F). Protozoos entéricos causales de diarrea en bovinos. Recuperado de www.labmesopotamico.com.ar › noticias › protozoos en ruminates.

Shelling, G.T. (1984). Monensin mode of action in the rumen. Journal of Animal Science. 58:1518-1527p.

- Simón, L. (1978). Efecto del manejo y la alimentación en el desarrollo de los bovinos jóvenes. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en ciencias Veterinarias. ICA. La Habana Cuba.
- Soberon, F. E., Raffrenato, R. W., Everett and M.E., Van Amburgh. (2012). Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95: 783-793.
- Swenson, M. y Reece, W. (1999). Fisiología de los animales domésticos de Dukes. Uthea: Limusa.
- Thrall, M. A., Baker, D. y Lassen, E. (2004). *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry (45-46)*. Baltimore: Wiley Black Well.
- Tobón, I. (2015). Evaluación de la eficiencia de un alimento iniciador en terneras de tres fincas del trópico alto de Antioquia. Tesis de doctorado, Caldas, Antioquia. Recuperado de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1802/1/Evaluacion_eficiencia_alimento_iniciador_terneras.pdf6
- Voigt G. (2003). Conceptos y técnicas hematológicas para técnicos veterinarios, editorial Acribia.
- Zielinski, G., Miranda A. y Rossanigo C. (2011). Sanidad en el Feedlot. Programa Nacional Salud Animal, INTA. Córdoba, Argentina. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_sanidad_en_elfeedlot.pdf