



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

TEMA:

**EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE BLOQUES ALIMENTICIOS,
UTILIZANDO CUATRO NIVELES DE CONTENIDO RUMINAL EN
BOVINOS, EN LA HACIENDA LA PROVIDENCIA, PARROQUIA SAN
JOSE DEL TAMBO, PROVINCIA DE BOLIVAR.**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE MEDICO
VETERINARIO Y ZOOTECNISTA, OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE
BOLIVAR A TRAVES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE. ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA.**

AUTOR:

ANGEL FRANKLIN COLOMA ARMIJO

DIRECTOR:

DR. LUIS SALAS MUJICA. MSc.

GUARANDA - ECUADOR

2015

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE BLOQUES ALIMENTICIOS,
UTILIZANDO CUATRO NIVELES DE CONTENIDO RUMINAL EN
BOVINOS, EN LA HACIENDA LA PROVIDENCIA, PARROQUIA SAN
JOSE DEL TAMBO, PROVINCIA DE BOLIVAR.**

REVISADO POR:

DR. LUIS SALAS MUJICA. MSc.

DIRECTOR DE TESIS

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACION DE
TESIS**

ING. CARLOS MONAR BENAVIDES. MSc.

BIOMETRISTA

DR. FRANCO CORDERO SALAZAR.

AREA TECNICA

DR. WASHINGTON CARRASCO MANCERO. MSc.

REDACCION TECNICA



Dr. Guido Fierro Barraquán
NOTARIO PUBLICO 1ro
GUARANDA ECUADOR

DECLARACION

Yo, Ángel Franklin Coloma Armijo autor, declaro que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, este documento no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas del autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Ángel Franklin Coloma Armijo.

CI. 020196017-6.



**ESCRITURA PÚBLICA
DECLARACION JURADA**

Señor **ÁNGEL FRANKLIN COLOMA ARMIJO**

En la ciudad de Guaranda, Capital de la Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día **LUNES, ONCE DE MAYO DE DOS MIL QUINCE**, ante mí, Doctor **GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN**, **NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA**, comparece el señor **ÁNGEL FRANKLIN COLOMA ARMIJO**. El compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil, soltero, capaz para contraer obligaciones, domiciliado en la ciudad y cantón San Miguel, provincia Bolívar, a quien de conocerle doy fe, en virtud de haberme exhibido su cédula de ciudadanía y papeleta de votación cuya copia adjunto a esta escritura. Advertido por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinado en forma separada, de que comparece al otorgamiento de la misma sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, juramentado en debida forma, prevenido de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, bajo juramento declara lo siguiente: "Previo a la obtención del Título de Médico Veterinario y Zootecnista, que los criterios e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE BLOQUES ALIMENTICIOS, UTILIZANDO CUATRO NIVELES DE CONTENIDO RUMINAL EN BOVINOS, EN LA HACIENDA LA PROVIDENCIA, PARROQUIA SAN JOSÉ DEL TAMBO, PROVINCIA DE BOLÍVAR", es de mí exclusiva responsabilidad en calidad de autor. Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad." (Hasta aquí la declaración juramentada rendida por el compareciente, la misma que queda elevada a escritura pública con todo el valor legal). Para el otorgamiento de esta escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso; y leída que le fue al compareciente íntegramente por mí el Notario, se ratifica en todo su contenido y firma conmigo en unidad de acto. Incorporo esta escritura pública al protocolo de instrumentos públicos, a mi cargo. De todo lo cual doy fe.-


Señor **ÁNGEL FRANKLIN COLOMA ARMIJO**

DOY FE: Que esta copia fotostática
ES EXACTA A SU ORIGEN
que me fue exhibido.

Guaranda, 11 de Mayo del 2015.


Doctor **Guido Fabián Fierro Barragán**
NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA


Dr. Guido Fierro Barragán
NOTARIO PÚBLICO 1ro. DEL CANTON GUARANDA


Dr. Guido Fierro Barragán
NOTARIO PÚBLICO 1ro
GUARANDA ECUADOR

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante toda mi vida.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

A mi madre María Armijo y mi padre Dimas Coloma, por ser el ejemplo más grande de sacrificio, constancia y esfuerzo, por enseñarme que luchar es de valientes, reconocido por aquellos consejos y palabras de aliento cuando decaía, gracias madre por tu confianza, tu amor y tu apoyo en cada paso de mi vida, este logro no es sólo mío, es tuyo también, te lo mereces.

Y a todos mis amig@s y compañer@s por los inolvidables buenos momentos que compartimos y sus grandes enseñanzas.

Ángel.

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su gratitud:

A Dios y la Virgen María por darme siempre la fuerza interna, agradecer a mi familia por su constante apoyo, y lograr esta meta.

Mi profundo agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haberme abierto las puertas de esta institución Superior y brindarme la oportunidad de ser un Médico Veterinario Zootecnista de la República.

A mis catedráticos, quienes con su amplia sabiduría, transmitieron conocimientos para mi formación académica.

Mis eternos agradecimientos a quienes formaron parte del Tribunal de Tesis; Dr. Franco Cordero Salazar, Ing. Carlos Monar Benavides, Dr. Washington Carrasco Mancero. M.Sc. y Dr. Luis Salas Mujica M.Sc, quienes contribuyeron decididamente en la planificación, ejecución, culminación y sistematización de esta desafiante investigación.

INDICE DE CONTENIDO	PAG.
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. MARCO TEÓRICO.	3
2.1. Posición de los bovinos en la escala zoológica.	3
2.2. BOVINO DE CARNE.	5
2.2.1. Conformación externa.	5
2.2.2. Manejo de ganado de carne.	6
2.2.2.1. Manejo de hembras.	9
2.2.2.2. Manejo de terneros.	16
2.2.2.3. Manejo de novillos.	19
2.2.2.4. Manejo de reproductores.	22
2.3. CONSTANTES FISIOLÓGICAS.	25
2.3.1. Temperatura.	27
2.3.2. Fiebre.	28
2.3.3. Pulsación.	28
2.3.4. Frecuencia respiratoria.	28
2.3.5. Movimientos ruminales.	29
2.3.6. El aparato urinario.	29
2.4. FISILOGIA DIGESTIVA.	30
2.4.1. Estructura histológica del tubo digestivo.	31
2.4.2. Boca.	32
2.4.3. Faringe.	33
2.4.4. Esófago.	33
2.4.5. Estómago.	34
2.4.5.1. Retículo.	34
2.4.5.2. Rumen.	34
2.4.5.3. Omaso.	37
2.4.5.4. Abomaso.	37
2.4.6. Intestino delgado.	38
2.4.7. Intestino grueso.	39
2.4.8. Páncreas.	40
2.4.9. Hígado.	40

2.4.10. Bazo.	41
2.4.11. Recto.	41
2.4.12. Ano.	42
2.5. MICROBIOTA RUMINAL.	43
2.5.1. Micro biota fibrolítica.	49
2.5.2. Prebióticos ruminales.	50
2.6. REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL GANADO DE CARNE.	53
2.6.1. Proteínas.	53
2.6.2. Carbohidratos.	54
2.6.3. Energía.	54
2.6.4. Minerales	55
2.6.5. Calcio.	56
2.6.6. Fosforo.	56
2.6.7. Magnesio	57
2.6.8. Potasio.	57
2.6.9. Azufre.	58
2.6.10. Sodio y Cloro.	58
2.6.11. Microminerales.	58
2.7. ALIMENTACION Y MANEJO NUTRICIONAL.	59
2.7.1. Engorde del ganado bovino.	59
2.8. PASTO BRAQUIARA. (<i>Brachiaria decumbens</i>).	62
2.8.1. Generalidades.	63
2.8.2. Importancia, evolución y adaptación.	63
2.8.3. Características principales.	64
2.8.4. Adaptación.	65
2.8.5. Resistencia a plagas y enfermedades	66
2.8.6. Producción de forraje.	66
2.8.7. Valor nutritivo.	67
2.8.8. Siembra.	68
2.8.9. Asociación con leguminosas.	68
2.8.10. Manejo de la pradera.	68

2.9. CONTENIDO RUMINAL.	69
2.9.1. Movimientos de los pre estómagos de los rumiantes.	69
2.9.2. Degradación microbiana de los alimentos en el retículo – rumen.	70
2.9.3. Fermentación ruminal.	71
2.9.4. Composición del contenido ruminal.	72
2.9.5. Uso del contenido ruminal en la alimentación animal.	73
2.10. BLOQUES NUTRICIONALES.	73
2.10.1. Problema a resolver con los suplementos y los bloques nutricionales.	74
2.10.2. Recomendaciones para uso de bloques nutricionales.	74
2.10.3. Resultados obtenidos.	75
2.10.4. Formula.	75
2.10.5. Preparación.	76
2.10.6. Empacado y sellado.	76
III. MATERIALES Y METODOS.	77
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACION.	77
3.2. LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO.	77
3.3. SITUACION GEOGRAFICA Y CLIMATICA.	77
3.4. ZONA DE VIDA.	78
3.5. MATERIALES Y EQUIPOS.	78
3.5.1. Materiales experimentales.	78
3.5.2. Materiales de campo.	78
3.5.3. Instalaciones.	79
3.5.3. Materiales de oficina.	79
3.6. METODOLOGIA.	79
3.6.1. Factor en estudio.	79
3.6.2. Tratamientos.	79
3.6.3. Esquema del experimento.	80
3.6.4. Características del experimento.	80
3.7. ANALISIS ESTADISTICO Y FUNCIONAL.	80

3.8. COMPOSICION DEL BLOQUE NUTRICIONAL.	81
3.9. APORTE NUTRICIONAL CALCULADO.	82
3.10. VARIABLES EXPERIMENTALES.	82
3.11. PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTAL.	83
3.11.1. Selección de toretes.	83
3.11.2. Identificación.	83
3.11.3. Desparasitación.	83
3.11.4. Vitaminizacion.	84
3.11.5. Preparación de los bloques nutricionales.	84
3.11.6. Proceso de preparación de Bloque Nutricional.	84
3.11.7. Alimentación por tratamientos.	84
3.11.8. Recolección y registro de datos.	84
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.	86
4.1. TRATAMIENTOS (PORCENTAJE DE CONTENIDO RUMINAL).	89
4.2. PALATABILIDAD.	91
4.3. CORRELACION Y REGRESION LINEAL.	92
4.3.1. Correlación (r).	92
4.3.2. Regresión (b).	92
4.3.3. Coeficiente de determinación (R^2 %).	92
4.4. ANALISIS ECONOMICO.	93
V. VERIFICACION DE HIPOTESIS.	95
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	96
6.1. CONCLUSIONES.	96
6.2. RECOMENDACIONES.	97
VII. RESUMEN Y SUMMARY.	98
7.1. RESUMEN.	98
7.2. SUMMARY.	99
VIII. BIBLIOGRAFIA.	100
ANEXOS	111

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	PAG.
1. Escala Zoológica	4
2. Edad frecuente de presentación de la pubertad en el ganado de carne.	9
3. Peso de vaconas, 14 a 15 meses de edad presentan su primer estro.	10
4. Fórmula de sal mineralizada.	12
5. Guía de peso en vacunos de 18 a 30 meses de diferentes razas bovinas (kg.).	22
6. Rendimiento de los apareamientos de varias razas indias de ganado vacuno en forma de porcentaje del total en cada categoría.	23
7. Límites biológicos y económicos de la reproducción de carne en áreas de sabana tropical en América Latina.	24
8. Valores estimados del nivel de producción del ganado vacuno en el trópico americano.	25
9. Parámetros y medición reproductiva.	25
10. Constantes fisiológicas vistas por órganos y sistemas.	26
11. Factores ambientales asociados con las constantes fisiológicas.	26
12. Constantes Fisiológicas del bovino.	30
13. Exigencias nutricionales de ganado bovino en crecimiento y acabado (Concentración de agentes nutritivos en materia seca de la dieta).	62
14. Características del Pasto Brachiaria decumbens.	65
15. Rendimiento de materia seca (kg/ha/año), del Brachiaria decumbens en dos localidades de la Amazonia ecuatoriana.	67
16. Contenido de Proteína cruda, fósforo y digestibilidad in vitro de la Materia seca de Brachiaria decumbens.	67
17. Análisis bromatológico del contenido ruminal.	73
18. Condiciones meteorológicas y climáticas, Hacienda la Providencia.	77

19. Esquema del experimento.	80
20. Análisis ADEVA-DCA.	80
21. Componentes del bloque nutricional.	82
22. Análisis nutricional proximal del contenido ruminal. 2014.	82
23. Análisis nutricional proximal del pasto Braquiaria (Brachiariadecumbens). 2014.	82
24. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables: Peso Inicial (P1); Peso dos (P2); Peso tres (P3); Peso cuatro (P4); Peso cinco (P5); Peso seis (P6); Peso siete (P7); Peso ocho (P8); Peso final (P9); Incremento de peso uno (IP1); Incremento de peso dos (IP2); Incremento de peso tres (IP3); Incremento de peso cuatro (IP4); Incremento de peso cinco (IP5); Incremento de peso seis (IP6); Incremento de peso siete (IP7); Incremento de peso ocho (IP8); Incremento de peso final (IP9), y Consumo Total de Forraje (CTF Kg). San José del Tambo. 2014.	86
25. Análisis de Correlación y Regresión Lineal de las variables independientes que presentaron significancia estadística con el peso final de toretes.	92
26. Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP).	93
27. Análisis de Dominancia.	93

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico N°	PAG.
1. Peso promedio inicial (kg) de los animales seleccionados para el experimento.	87
2. Peso final (kg) de los animales 120 días.	87
3. Regresión lineal.	88
4. Consumo total de forraje verde (120 días de investigación por tratamiento).	88

INDICE DE FIGURAS

Figura N°	PAG.
1. Exterior del bovino de carne.	6
2. Estómagos de vaca. A: Retículo; B: Rumen; C: Omaso; D: Abomaso.	38
3. Órganos digestivos y dirección de los alimentos ingeridos en una vaca.	43

I. INTRODUCCIÓN.

La ganadería de carne en el sub trópico de la Provincia de Bolívar, es una de las actividades de mayor importancia en la economía de la región, se desarrolla en condiciones muy diversas desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico. Además, dada la variabilidad de condiciones climatológicas, éstas adquieren características locales, combinadas por las tradiciones y costumbres de la población.

Dentro de los sistemas de producción de las Unidades de Producción Pecuarias (UPAS); el bajo rendimiento del ganado está relacionado directamente con los cambios climáticos, contaminación atmosférica, variaciones físico-químicas y biológicas en la fertilidad del suelo, la no utilización de razas o recursos genéticos que se ajusten a las condiciones agroecológicas, de mercado y de disponibilidad de recursos forrajeros, mejorar el manejo alimenticio y reproductivo que han permanecido invariables, la poca disponibilidad de pastos de buena calidad, tipos de pastoreo, pastos semillados o fibrosos, manejo deficiente de pastura y el bajo valor nutritivo que presentan los pastos, no existe un manejo adecuado de las praderas que permita a los productores prepararse para la época de sequía, ni la conservación de forraje a través de ensilaje, henificación proporcionando suplementación, que se complica aún más dado el sistema de pastoreo extensivo. La baja calidad de los pastos utilizados, el inadecuado manejo de los potreros causa sobre pastoreo que trae como consecuencia el bajo control de malezas, plagas y el escaso uso de fertilizantes causa una baja disponibilidad de forraje, en cantidad y calidad, así como vigilar el cumplimiento de programas sanitarios para el control de enfermedades.

Esto provoca que los animales tengan pérdida de peso y disminuya su comportamiento productivo, es decir baja ganancia de peso y producción de carne, así como un menor comportamiento reproductivo. Por lo anterior, se debe impulsar la adopción de nuevas técnicas, basadas en sistemas de manejo de las unidades de producción, y una alternabilidad alimentaria con valor agregado, para contribuir a una mejor eficiencia y productividad.

Esta problemática puede ser mitigada con el manejo integrado de diversas opciones tecnológicas como la siembra y manejo de mezclas forrajeras (gramíneas y leguminosas), manejo nutricional y sanitario. Sin embargo, para obtener una buena dieta alimenticia del ganado, deberá complementarse a los animales con subproductos y residuos agroindustriales en la alimentación, principalmente en épocas de sequía.

Por otra parte el incremento en los costos de materias primas e insumos alimenticios, han provocado una baja adopción por parte de los ganaderos, mismos que demandan de nuevas alternativas de fácil acceso, menor costo, alto valor nutritivo y que sean palatables.

Ecuador genera una diversidad de residuos de origen agroindustrial que han servido como componentes de dietas en la alimentación animal, siendo uno de ellos el contenido ruminal subproducto orgánico barato que contiene una gran cantidad de flora y fauna microbiana y productos de la fermentación ruminal, por esto se puede decir que es una alternativa en la nutrición del ganado bovino, de ahí la importancia de darle valor agregado al contenido ruminal, en función de las condiciones agro socio económicas de las UPAS.

En base a la información existente, esta investigación, planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar la repuesta de cuatro niveles de contenido ruminal sobre el incremento de peso en bovinos.
- Determinar la palatabilidad de los bloques nutricionales en bovinos, con la adición de contenido ruminal.
- Realizar el Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP).

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. POSICION DE LOS BOVINOS EN LA ESCALA ZOOLOGICA.

Parece verosímil que los bovinos fueron domesticados primero en Europa y Asia durante el período neolítico. De acuerdo con la opinión de casi todas las autoridades, los vacunos de hoy llevan la sangre de uno o ambos de dos lejanos antecesores, el Bos Taurus y el Bos indicus. Otras especies o subespecies fueron frecuentemente citadas en los escritos antiguos, pero rara vez se los menciona en la actualidad. Quizá la mayoría de estas supuestas especies, si no todas, descendían del Bos Taurus o del Bos indicus o resultaron de cruzas entre ambos (*Zevallos, H. 2009*).

Los vacunos domesticados pertenecen a la familia Bóvidos, que comprende a los rumiantes de cuernos huecos. Los miembros de esta familia a lo largo del esófago, poseen uno o más compartimentos para almacenar la comida y mastican sus rumias. Además de lo que comúnmente denominamos vacunos, la familia de los Bóvidos (y la subfamilia de los Bovinos) comprende al verdadero búfalo, al bisonte, el gaur, el gayal, el yac y el cebú (*Zevallos, H. 2009*).

La siguiente reseña indica la posición básica de la vaca domesticada en la escala zoológica:

Reino Animal: animales en forma colectiva.

Tipo Cordados: uno de los veintiún tipos, aproximadamente del reino animal, en los cuales hay una columna vertebral.

Clase Mamíferos: animales de sangre caliente con pelo, que paren a sus crías y las amamantan durante un período variable con la secreción de las glándulas mamarias.

Orden Artiodáctilos: mamíferos ungulados con dedos pares.

Familia Bóvidos: rumiante que tienen placenta policotiledónea; cuernos huecos, no deciduos, y la presencia casi universal de la vesícula biliar.

Género Bos: cuadrúpedos rumiantes, es decir bovinos en estado salvaje y doméstico, que se distinguen por su cuerpo robusto y sus cuernos huecos y curvados que parten lateralmente del cráneo.

Bos Taurus. Incluye aquellos vacunos domesticados comunes en las zonas templadas, y a su vez, parece proceder de una mezcla de los descendientes del Uro (*Bos primigenius*) y del Celtic Shorthorn (*Bos longifrons*). Se cree que la mayoría de los bovinos, descienden principalmente del robusto Uro (también denominado “Ur” o “Urú”). Este era el poderoso toro salvaje que cazaban nuestros antepasados. Además de los uros, hay otro progenitor de algunas de nuestras modernas razas, y la primera raza doméstica que se conoce: el Celtic Shorthorn o Toro Céltico; el cual era de tamaño menor que el uno y tenía un perfil cóncavo.

Bos indicus. Incluye los bovinos que se caracterizan por poseer una giba de tejido carnoso sobre la cruz (peso hasta 20 a 22 Kg.), una gran papada, grandes orejas gachas y una voz que es más gruñido que mugido. Común en los países tropicales, de apariencia tan peculiar tienen más resistencia al calor y a ciertas enfermedades y parásitos que los descendientes del *Bos Taurus* (*Zevallos, H. 2009*).

Cuadro1. Escala Zoológica.

ESCALA ZOOLÓGICA	
Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Clase	Mammalia
Sub clase	Ungulata
Orden	Artiodactyla
Sub orden	Ruminantia
Familia	Bovidae
Sub familia	Bovinae
Género	Bos
Especie	Bos Indicus; Bos Taurus

Fuente: Sisson y Grossman. 2002.

2.2. BOVINO DE CARNE.

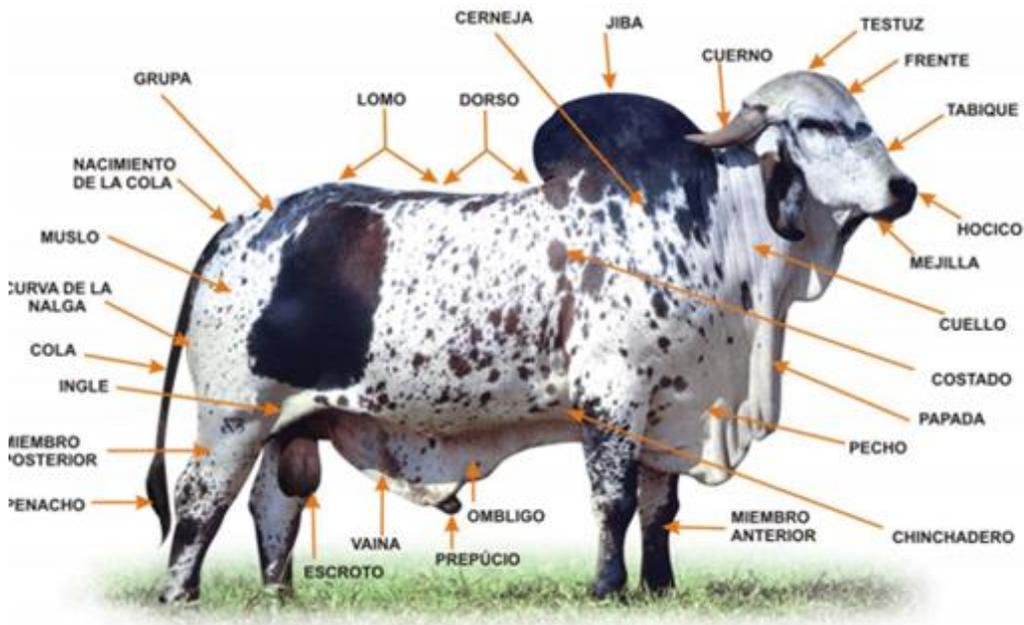
Todas las razas bovinas rinden carne y su fin es siempre el matadero, pero se prefieren algunas razas por ser más ventajosas en la calidad de la carne. Las razas tipo cebú (índicus), son buenas en ambientes tropicales y subtropicales. Ya que poseen características que las hacen propicias a este tipo de medios. Por ejemplo poseen muchos pliegues en la piel, poseen más glándulas sudoríparas y sebáceas con lo cual pierden más calor que las otras razas cárnicas. Por otro lado, tienen piel más dura con lo cual son más resistentes a ectoparásitos y a lastimaduras producidas por pastos duros y altos que suelen crecer en los ambientes donde estas razas se desarrollan. Además la giba que poseen muchas razas del tipo índicus, sirven de reservorio de grasa con lo cual son resistentes a la falta de agua. Las paredes del tracto digestivo son más gruesas con lo cual el aprovechamiento del alimento es mayor, por lo tanto en caso que exista menor cantidad de forraje, el alimento va a ser igualmente aprovechado (*Chávez, F. y Luengas, R. 2007*).

2.2.1. Conformación externa.

Los bovinos productores de carne tienen el cuerpo amplio y profundo, aspecto compacto, corto y forma paralelepípedo. Sus extremidades cortas y aplomadas con abundantes masas musculares, piel fina, suelta, elástica, plegable y tacto suave, pelo fino y sedoso (<http://www.agronet.gov.co>).

Aparte de su conformación, otro aspecto importante en la producción de carne es la precocidad, misma que es la capacidad del animal para desarrollarse y llegar a la madurez sexual con un buen manejo y una alimentación adecuada. El animal precoz es de un mayor tamaño que el resto de animales (<http://www.agronet.gov.co>).

Fig 1. Exterior del bovino de carne.



2.2.2. Manejo de ganado de carne.

La carne de bovino forma parte de la dieta integral alimenticia, esto es principalmente por el alto valor nutricional que representa. Sin embargo, para producir una carne segura y sana, el Médico Veterinario Zootecnista encargado de esta responsabilidad, es necesario modificar e implementar nuevas prácticas de producción pecuaria. Desgraciadamente los esquemas de alimentación, manejo y sanidad del ganado en confinamiento se han desarrollado paulatinamente, lo que ha provocado que el consumidor tenga sus precauciones al momento de consumir carne. Hace un par de años la inclusión de ingredientes en la elaboración de las dietas para el ganado, como las harinas de carne, subproductos de la industria avícola y porcina, se incluían sin ningún control de calidad, sabiendo de antemano el riesgo de obtener un ganado con un potencial muy alto de producir carne de dudosa calidad y sobre todo, que representará un peligro de toxicidad para el consumidor; siendo el objetivo del ganadero adquirir materia prima a bajo costo (*Manual de Buenas Prácticas Pecuarias 2007*).

La fase de engorde del ganado vacuno presenta diversas modalidades. El origen de los animales que entran a formar parte del sistema, la edad al destete, raza, condiciones de manejo o circunstancias socioeconómicas o culturales que puedan imponer determinados limitantes, son entre otros los factores que condicionan esta etapa final en la vida del animal (*Cadena, S. 2006*).

Asimismo, el uso no controlado de biológicos, antibióticos, hormonas, y aditivos alimenticios; han puesto de manifiesto nuevamente la incertidumbre en el consumo de carne, por los problemas de salud ocasionados al consumidor (alergias, hipersensibilidad, cáncer, anemias y otro gran número de trastornos del metabolismo), ocasionando que muchos de estos productos fueran retirados del mercado. El creciente impulso hacia la producción de alimentos orgánicos o provenientes de animales que han sido producidos y tratados humanitariamente antes del sacrificio, y a los lineamientos y regulaciones nacionales e internacionales, han provocado un efecto de alarma en los productores de carne para centrar sus energías en la producción de una carne sana y con un alto estándar de calidad (*Manual de Buenas Prácticas Pecuarias 2007*).

Todas las razas bovinas rinden carne y su fin es siempre el matadero, pero se prefieren algunas razas por ser más ventajosas en la calidad de la carne. Las razas tipo cebú (*indicus*), son buenas en ambientes tropicales y subtropicales. Ya que poseen características que las hacen propicias a este tipo de medios. Por ejemplo poseen muchos pliegues en la piel, poseen más glándulas sudoríparas y sebáceas con lo cual pierden más calor que las razas europeas. Por otro lado, tienen piel más dura con lo cual son más resistentes a ectoparásitos y a lastimaduras producidas por pastos duros y altos que suelen crecer en los ambientes donde estas razas se desarrollan. Además la giba que poseen muchas razas del tipo *indicus*, sirven de reservorio de grasa, con lo cual son resistentes a la falta de agua. Las paredes del tracto digestivo son más gruesas, con lo cual el aprovechamiento del alimento es mayor, por lo tanto en caso que exista menor cantidad de forraje, el alimento va a ser igualmente aprovechado (*Intriago, J. 2011*).

Por lo anterior, los productores de ganado bovino para carne, están interesados en asegurar que sus prácticas de producción no presentan riesgos para la salud del consumidor y pueden pasar el escrutinio de éste; por esto el ganadero tiene interés en obtener productos de calidad, por lo que sus procesos de producción deberán estar centrados en lograr productos libres de defectos, consistentes, que cumplan con las especificaciones de producción, y que reúnan o excedan las expectativas del consumidor. En los corrales la contaminación existe en todas partes, por ejemplo los bebederos, comederos, mezcladoras de alimento y el almacén, son fuentes fácilmente contaminadas por roedores y materia fecal, o son presas de hongos y aflatoxinas, por lo que es sumamente necesario implementar acciones estrictas de limpieza y sanitización. En la producción animal se requiere llevar un control más estricto de todas las etapas de la producción incluyendo la salud animal, esto es promovido a través del uso de programas de buenas prácticas pecuarias, independientemente del tipo de sistema de producción (*Manual de Buenas Prácticas Pecuarias 2007*).

Para los productores de carne, deberá ser de gran importancia conocer y desarrollar procedimientos que reduzcan el potencial de contaminación por microorganismos que dañen el producto final y que puedan provocar un problema de salud pública, de ahí la importancia de la implementación de buenas prácticas pecuarias y de procedimientos de operación, que permitan al grupo de trabajo saber qué hacer ante la presentación de eventualidades que generen situaciones de riesgo en el sistema de producción. Se debe advertir que la mayoría de las recomendaciones son de tipo general, sin embargo algunas no son prácticas en determinadas regiones o zonas del litoral, de lo que el técnico se debe preocupar a fin de establecer el manejo más conveniente (en base de la información de las características del medio y del tipo de animales con los que tiene que trabajar). Procederemos a señalar normas de manejo de vacuno de carne, procediendo en base de una clasificación o categorización de los elementos que forman parte del hato (*Cabrera, L. 1990*).

2.2.2.1. Manejo de hembras.

El manejo reproductivo de la hembra bovina se da desde el momento en que se ha tomado la decisión de destinar dicho animal con fines de reproducción. Esta determinación se puede hacer en cualquier momento de la vida del animal, preferiblemente antes de iniciar la etapa reproductiva ya que pasada ésta, la inversión en el animal se ha hecho y ya corresponde a una decisión de descarte por Incumplimiento de expectativas. Dicha selección de las hembras se puede hacer bajo diferentes criterios, todos ellos válidos (*Alexander, J. 2011*).

- **Inicio de las hembras con fines reproductivos.**- En los actuales momentos, la norma más generalizada es la del peso vivo de las vacas, que se encuentra en 270-300 kg aproximadamente a fin de incorporarlas al lote de hembras para ser fecundadas por los toros o por medio de inseminación artificial. A la fecha existen datos que puedan orientar al criador del ganado, para preparar a sus vaconas para ser fecundadas, la pubertad de las vaconas depende del peso, edad y raza. De igual manera existen información respecto al peso al cual las vaconas de 14 a 15 meses de edad presentan su primer síntoma de estar en celo (estro), los datos que se muestran tiene gran importancia y se prestan para ser manejados de maneja eficiente en el aspecto reproductivo, aun dado el caso de carecer de balanza para controlar el peso de los animales (*Cabrera, L. 1990*).

Cuadro 2. Edad frecuente de presentación de la pubertad en el ganado de carne.

Item racial	Edad de presentación	%
Bos taurus	14 meses a 15 meses	85% a 90%
Brahmán x mestizo	16 meses a 17 meses	90%
Brahmán puro	20 o más meses	85%

Fuente: J.N. Wiltbank 1990.

Cuadro 3. Peso de vaconas, 14 a 15 meses de edad presentan su primer estro.

Porcentaje de hembras que manifiestan su 1er estro	Razas y Cruces						
	Br x H	A	H	Ch	A x H	S x H	SG
	Kilogramos						
50%	295	250	275	320	250	296	295
65% a 70%	320	275	295	330	275	320	320
85% a 90%	340	295	320	340	295	340	340
Br= Brahmán. A= Angus. H= Hereford. S= Simental. SG= Sta. Gertrudis. CH= Charolais.							
Br, H y SG. Requieren tener de 16 meses a 17 meses de edad para una misma respuesta al mismo nivel.							

Fuente: J.N. Wiltbank 1990.

- **Suministro de energía y minerales.** La suplementación mineral es una práctica delicada en la nutrición animal y en especial de los rumiantes porque la cantidad de minerales suplidos por los forrajes no se pueden determinar exactamente debido a la variabilidad del consumo de forrajes y la composición de éstos, los cuales se calculan y suplen con los concentrados y se complementan con las mezclas minerales (*Montes, Y. 2012*).

Los forrajes no están en condición de aportar suficientes elementos minerales, principalmente fósforo, para satisfacer los requerimientos animales. En nuestro país es casi obligatorio suministrar suplementos minerales de buena calidad. Una práctica común es ofrecer sal roja o sal mineralizada diariamente a los animales. Con ésta práctica es muy difícil obtener una buena respuesta reproductiva bovina. En América Tropical se han reportado resultados satisfactorios en la reproducción del rebaño simplemente por la práctica de sustitución de la sal común o ganadera por un suplemento mineral completo. Los porcentajes de pariciones en diversas regiones tropicales del mundo tuvieron incrementos desde 10 al 50% mientras que los abortos disminuyeron de 10% a menos de 1% (*Combellas, J. 2001*).

Suplementar minerales es un reto para los nutricionistas. Los requerimientos específicos dependen de la edad del animal, tamaño, estado fisiológico (crecimiento, producción, preñez), clima, etc. Para hacer las cosas más complicadas, la absorción mineral es menor que la de muchos otros nutrientes,

y varía entre minerales, así como en la forma en que el mineral está presente en la ración. Las deficiencias sub clínicas son un problema mucho mayor que una deficiencia aguda, pues en tal caso, los signos específicos de la deficiencia no son evidentes inicialmente, y el animal continua su crecimiento, producción y reproducción a una tasa subnormal. En el caso de los minerales traza, a medida que sus niveles bajan en el cuerpo, las funciones enzimáticas e inmunológicas son las primeras afectadas, seguidas de crecimiento y fertilidad, antes de una evidente manifestación clínica de la deficiencia (*Larson, C. 2005*).

Cuando se suplemente el hato con sal mineralizada, ésta debe ser de la mejor calidad y con el balance ideal de acuerdo a la región natural, a la especie animal, a la etapa productiva, a su producción, requerimientos individuales, época de lluvia o verano y a la calidad de: los suelos, pastos, agua de riego y de los bebederos. Las características de una buena sal mineralizada dependen esencialmente de sus componentes, el tiempo de mezcla, el balance de los minerales y su forma de empleo (*Montes, Y. 2012*).

Los suplementos minerales comúnmente denominados sales minerales o sales compuestas, están formados por minerales (fósforo, calcio, cobre, hierro, etc) y un vehículo saborizante (melaza, harina de algodón, sal común, etc) que lo hace apetecible para los animales y regula su consumo. Si es necesario incrementar el consumo de minerales se aumenta la proporción de saborizante con lo cual se incrementa la avidez por el suplemento. Generalmente se comercializan en forma de polvo, granulado o como bloque para lamer, existiendo también compuestos inyectables para ciertos minerales como por ejemplo: fósforo, cobre, hierro, iodo (*Reinoso, V. 2012*).

Para preparar las mezclas utilizar ingredientes que contengan la mayor cantidad del elemento mineral y que estén en alta disponibilidad, las partículas de los ingredientes deben ser muy finas para hacer una mezcla muy completa y la mezcla debe ser gustosa y palatable para asegurar suficiente consumo (*Barreto, L. 2005*).

En disponibilidad el fosfato bicalcico deshidratado, fosfato elaborado a partir del fosfato mono cálcico, es un fosfato de alta disponibilidad biológica (100 %) y muy buena palatabilidad, pero el beneficio que el ganadero obtiene al suplementar el hato con estas fuentes, son en óptimos resultados reproductivos, además que bajan los costos del uso indiscriminado de hormonas y tónicos fosforados para activar los ovarios lisos que no funcionan en las vacas, eso sin contar la reducción drástica de días abiertos y pajillas por concepción (**Montes, Y. 2012**).

Cuadro 4. Fórmula de sal mineralizada.

Elementos	Por 45 kg. (100 libras)
Cloruro de Sodio	44.5 kg. (98 libras)
Sulfato de cobre	450 gr.
Yoduro de potasio	12 gr.
Yodato de calcio	14 gr.
Sulfato de manganeso	420 gr.
Cloruro de cobalto	10 gr.

La cantidad de consumo de sal por parte de los vacunos se afecta esencialmente por las condiciones del suelo y del pasto (aumenta el consumo inmediatamente de las lluvias), aproximadamente se estima hasta un consumo de 100 gr/sal/día por unidad animal (mezcla mineral con un 10% de fósforo) (**Cabrera, L. 1990**).

- **Periodo de monta.-** Practica corriente es la de mantener a los reproductores conjuntamente con las hembras durante todo el año. Las montas estacionales se diseñan para que la época de mayor disponibilidad y mejor calidad del forraje coincida con la época de mayor requerimiento nutricional de la vaca, así como para concentrar las actividades de manejo. Es importante mencionar que el efecto positivo de este manejo se observa en un plazo no menor de cuatro años. La monta se iniciará el primero de agosto y terminará el 31 de octubre, será implementada mediante la programación de actividades de manejo para las vacas, vaquillas, terneros y toros, además de los potreros. Para llevar un control de las montas estacionales se debe buscar que las pariciones que tengan la siguiente estructura respecto al tiempo (**Herman, M. 1986**).

- 60 % de los nacimientos deben ser en los primeros 21 días de la época programada.
- 95 % de los nacimientos deben darse antes de los 63 a 70 días en la época de partos.
- **Vacas gestantes.**- La gestación dura en promedio de 280 días, la duración depende de: raza, alimentación, clima o estación del año, sexo del feto y edad de la madre (*Castro, A. 1991*).
- **Diagnóstico de preñez.**-Al momento que la vaca ya está fecundada muestra ciertos cambios, que según son:
 - La vaca ya no presenta calores (celo), se mueven lo menos posible y se fatigan de forma más fácil.
 - Aumenta de peso aunque se encuentre alimentándose con pastos de baja calidad.
 - A los cinco meses la ubre se endurece.
 - Cuando la gestación ya está avanzada aumenta el volumen del vientre. (*Castro, A. 1991*).
- **Época de parición.**-A menos que haya dificultad, no debe intervenir en el momento del parto. Después del parto debe observarse cuidadosamente la expulsión de la placenta. A los animales que están por parir es recomendable tenerlas lo más cerca posible y en un solo lugar para que al momento del parto poder ofrecer ayuda en caso de tener partos distócicos (problemas al parto) (*Bavera, G. 2002*).

Existen algunas actividades que se realizan para mejorar las condiciones en donde va a parir la vaca, se detallan a continuación:

- Cuando ya esté cerca la fecha del parto observar a la vaca tres veces al día para detectar los síntomas del parto.
 - El momento del parto la vaca tiene contracciones aproximadamente cada minuto a minuto y medio, esta es la etapa donde la vaca siente más dolor y está más nerviosa.
 - Se observará salir el saco amniótico, luego las patas y la cabeza del feto, cuando la vaca hace más esfuerzo salen los hombros y la cadera. Todo el parto tarda unas dos horas en un proceso normal.
 - Al instante de salir el ternero, si no respira se deben limpiar rápidamente las fosas nasales.
 - Entre 2 y 12 horas se expulsará la placenta, no se debe sacar la placenta por la fuerza ya que causará daño al útero de la vaca.
 - Al finalizar el parto se recomienda aplicar lidocaína o prostaglandina, para evitar retención de placenta y obtener mejor la involución uterina.
 - Se debe inyectar selenio y vitamina ADE para mejorar los parámetros reproductivos, y desparasitar contra parásitos externo e internamente (*Castro 1991*).
- **Problemas durante el parto**
 - **Retraso en la salida del ternero** En ocasiones el ternero tarda en nacer debido a los siguientes puntos:
 - La vaca tiene poco desarrollada la pelvis por lo general ocurre en primerizas.
 - El ternero es muy grande.
- En ese momento es cuando se debe ayudar al animal, con procedimientos adecuados como atar con cadenas las dos extremidades anteriores del animal y jalar con cuidado para no lastimar a la vaca (*Vélez et al.2002*).
- **Retención de placenta.** Si la placenta no es expulsada en las 12 horas siguientes al parto se considera que hay una retención, y si no se desprende de

24 a 48 horas después, se puede remover, lo cual debe hacerse con cuidado para no lastimar el útero. Como medidas preventivas se puede mencionar la aplicación de prostaglandina en las primeras 24 horas post parto y de selenio tres días antes del parto en zonas de deficiencia (*Surges, J. 2008*).

- **Manejo pos parto.**
- **Atención a la vaca recién parida.-** Preservar su vida, salud y fertilidad es el objetivo económico primario.

Si la vaca permanece echada más de media hora después del parto se debe estimular a pararse, lo que reduce la posibilidad de prolapso del útero, luxaciones o compresión nerviosa y que no sufra una hipocalcemia. Igualmente se debe examinar la ubre para comprobar existencia de calostro y detectar cuartos ciegos o afectados con mastitis para su posterior tratamiento (*Hernán, M. 1986*).

- **Destete temporal.** Es una técnica de control del amamantamiento que apunta a que la vaca reinicie su ciclo re-productivo, presente celo, y pueda ser nuevamente fecundada. Comúnmente se realiza a través de la aplicación de una tablilla nasal al ternero que está al pie de su madre, durante 11 días aproximadamente, aunque en algunos casos este período puede tener variaciones (9 a 13 días). También puede realizarse a corral (2 a 6 días), con resultados satisfactorios en la medida que madre e hijo no se vean, ni se oigan (aspecto difícil de lograren establecimientos pequeños o medianos) (*De Grossi, A. 2010*).
- **Manipulación uterina.** Al mismo tiempo que se realiza la separación temporal del ternero se realiza una palpación del útero en la vaca. Con el objeto de descartar o tratar cualquier problema pos-parto y para hacer un masaje o manipulación uterina que estimule la liberación natural de prostaglandina. Además se realiza una tonificación aplicando selenio, vitaminas ADE y fósforo antes se la monta (*Hernán, M. 1986*).

- **Condición Corporal.** Se caracteriza por la absoluta prescindencia de uso de la balanza, del tamaño del animal (asociado con la raza o frame) y del estado fisiológico, como ocurre durante la gestación, en la que se observa un aumento de peso vivo (40 – 50 kg) que no pertenece a reservas corporales sino a los tejidos fetales y sus anexos. El trabajo de van Niekerk y Louw fija una escala de cinco puntos y observaciones sobre cuatro áreas del cuerpo, y es considerado un sistema apropiado para las condiciones locales a los efectos de hacer diagnóstico, hacer pronóstico, y tomar decisiones tendientes a maximizar la expresión de la fertilidad potencial del rodeo. Otros sistemas adoptan escalas de 1 a 9 (*Peñafort, C. 2003*).
- **Amamantamiento restringido.** Se refiere a que el ternero podrá estar con la madre únicamente una o dos veces por día, para tomar leche por una hora a partir de los 60 días de nacido, hasta los ocho meses de edad. Esto hace que en las vacas mejoren las tasas de concepción, disminuya el intervalo de días abiertos y por ende el intervalo entre partos (*Hernán, M. 1986*).

2.2.2.2. Manejo de terneros.

Después de ver la buena garantía de la fertilidad de las matrices año tras año, el productor precisa volver sus atenciones al buen desenvolvimiento de los terneros en el post parto, para asegurar un desenvolvimiento porcentaje satisfactorio y obtener un mayor peso al destete, resultando un precio mejor por su producto. Existen varias opciones técnicas para acelerar el desenvolvimiento de los animales, que pueden ser empleados de acuerdo a las necesidades (*Nadai, H. 2004*).

Un cuidado que se debe tener es el de no alimentar los terneros en exceso durante la lactancia sin que se tenga asegurada una buena suplementación también en la fase pos destete. En caso esto ocurriera, aparece un serio riesgo de que los animales dejen de tener una buena ganancia de peso después del destete, y como consecuencia, después de los pocos meses, los terneros que no recibieron suplementación en la fase de lactancia tendrán el mismo peso de los que fueron tratados. Estas raciones energéticas para terneros mamando solamente se justifica

en casos específicos como en la producción de animales de raza, en la selección de toretes de calidad, en la producción de novillos súper precoces y para animales lecheros, ósea categorías de animales que agregan valores aparte de su peso en arrobas (*Sewell, A. 2003*).

- **Destete precoz.** El destete precoz es el desmame abrupto del ternero a temprana edad (60-75 días desde nacimiento) en forma artificial, alimentándolo con un suplemento balanceado con características superiores a la leche para que continúe su desarrollo corporal y acelere su transición de animal mono gástrico a rumiante completo. El cambio se produce en 60 a 75 días según el sistema aplicado. Este proceso es de bajo stress nutricional con menor pérdida de peso al inicio que un destete tradicional a los 6-9 meses (*Sewell, 2003*).

La técnica de destete precoz consiste en anticiparse para el séptimo o mismo el quinto mes de lactación, la separación de los terneros de las madres y tiene como principales objetivos preservar las matrices y sus tasas de fertilidad elevadas, aparte de anticipar la reducción de la carga animal de los pastos, a través de la venta anticipada del destete. Esta técnica es utilizada principalmente en situaciones de falta de forraje para garantizar la fertilidad de las matrices, y debe ser empleada apenas en casos extremos, por varias razones (*Silveira, A. 2004*).

La primera razón es que, obligatoriamente, se tendrá que suplementar a los terneros que todavía están muy nuevos, que irán a sentir mucho y serán destetados con menos de 150 Kg de P.V. y por tanto con menor valor de venta. La segunda es que la leche que la vaca produce para el ternero es el mejor alimento balanceado y con menor costo y la tercera razón, es que si existen los riesgos serios de seleccionar matrices que ciclan apenas cuando el ternero es retirado de la vaca. Por estas razones el destete precoz debe ser utilizado apenas en casos esporádicos de falta de forrajes por la seca muy severa que podría comprometer la fertilidad de las matrices en aquella época. Caso esta situación se repita con frecuencia en la propiedad es un indicio de que la carga

animal de las pasturas está muy alta y la propiedad no soporta tal número de matrices (*Sewell, A. 2003*).

- **Lactancia controlada.-** La lactancia controlada como el propio nombre lo dice, el ejemplo de la criación del ganado lechero, los terneros son separados de las madres, quedando en piquetes o potreros independientes, con acceso a las gavetas de sal, al agua, y eventualmente algún tipo de ración, y son colocados para lactar dos veces al día por periodos de unas dos horas. El objetivo es la misma de la técnica anterior, cuidando preservar a la vaca que puede pastorear con más calma, manteniéndose en mejor condición corporal, e induciendo al ciclaje por la separación de los terneros, con la diferencia de que esta técnica es adoptada a partir de los 60 a 90 días de edad de los terneros y se prolonga hasta en destete. Con esta técnica la obtención de resultados significativos ocurre en situaciones en que la oferta de forrajes es limitada y las matrices no están con buena condición corporal (*Alves y Col., 1999*).
- **Destete convencional.** El destete convencional de los becerros de corte es un proceso que, a pesar de ser realizado en un periodo relativamente corto, tiene fundamental importancia en el desenvolvimiento de los animales. Va desde el nacimiento hasta los 8 a 9 meses de edad, con un peso aproximado de 180 kg PV. Es un momento en que el animal pasará del estado de dependencia de la madre hacia una existencia adulta independiente y, debido a todo un proceso de modificaciones que estará aconteciendo (Ej: comportamiento, nutricional, etc.), estará sujeto a la ocurrencia de un “Estrés por Destete” que podrá manifestarse con pérdida de peso y demorar en recuperarse, como también afectar su capacidad inmunológica, con riesgos de dolencias y llegar hasta la muerte (*Bowles, O. 1998*).
- **Crecimiento y desarrollo.** El crecimiento es el aumento de peso, mientras que el desarrollo comprende las modificaciones de la proporción corporal y de la composición tisular, por acumulación diferencial de tejidos como resultado de la tasa de síntesis y degradación de macromoléculas de proteínas, grasas y retención tisular (*Aguiar de mello, 2003*).

El crecimiento es la base para la producción de carne en todas las especies animales. Éstos no pueden aumentar de peso económicamente, durante su engorde, si no se han criado de modo que su crecimiento haya sido vigoroso, de igual modo, no se pueden esperar buenos rendimientos de leche en las vacas si no se han desarrollado bien como novillas (*Morrison, F. 1985*).

- **Ganancia de peso.** En crecimiento se incrementa el hueso y el músculo, con algún incremento del tejido adiposo. En el engorde o cebo, la deposición de grasa ocurre a una tasa más rápida que el músculo. Se define también el crecimiento como, cuantitativo o ponderal, aumento de la masa corporal con la edad y cualitativo o desarrollo, cambio de forma y composición corporal con crecimiento diferencial de los tejidos (*Preston, T. y Leng, R. 1990*).

La evolución del peso con la edad origina una curva de crecimiento sigmoidea, dividida en dos segmentos: una fase de crecimiento rápida y otra inhibitoria de tasa de crecimiento decreciente. Ambas fases están separadas por un punto de inflexión, donde la velocidad de crecimiento es máxima, relacionado con el momento de la pubertad, alrededor del 30 % del peso adulto (*Silveira, A. 2004*).

2.2.2.3. Manejo de novillos.

Los machos que no tienen condiciones para ser empleados como reproductores, o que son el producto del cruce comercial, constituyen el grupo esencialmente de animales productores de carne bovina. Se puede agregar a este grupo a aquellas hembras con manifiestos problemas del aparato reproductivo (*Cabrera, L. 1990*).

Los novillos que brindan los mejores resultados en la producción de carne son aquellos que se caracterizan por precocidad y peso. Advirtiéndose que la precocidad más que una cualidad, es una predisposición racial que está en relación directa con el medio ambiente y la alimentación que viene a resultar el complemento, pues a mayor calidad mayor eficiencia por parte del animal. Toda raza precoz requiere buena alimentación, pudiendo decirse que "Son dos fuerzas que actúan en una misma dirección y con igual intensidad (*Cabrera, L. 1990*).

La investigación apoyada por el sector privado y oficial ha permitido alcanzar razas de vacunos especializados en la alta producción de carne, correspondiendo el mayor honor al grupo del *Bos Taurus*; el empleo combinado con el *Bos indicus* a través del cruzamiento ha permitido disponer de animales de buenos resultados a nivel del trópico (en razón de que la "condición productiva" se la ha dotado de la "condición de resistencia a medios desfavorables" (*Cabrera, L. 1990*).

En el manejo de los novillos se debe tener presente:

- Mayor carga animal.
- Menor tiempo de engorde.
- Mejor terminación.
- Mejor precio en mercado.
- Mayor rentabilidad.
- Menor inversión.

Una mayor carga animal por Ha. se obtiene porque se suministra una suplementación, es decir, otra fuente de alimentación que no es el pasto. Los novillos consumirán menos pasto y por lo tanto la misma pastura podrá recibir una mayor carga animal (*Gerde, H. 2013*).

Al mismo tiempo, si tenemos en cuenta que al suplementar obtenemos un incremento de peso superior, esto acorta el período de engorde. Por ejemplo: si con un engorde de 500 g por día, se obtienen 185 kg de aumento al año en un novillo, al obtener 1 kg/día promedio de incremento, se pueden terminar 2 novillos con 185 kg cada uno, o sea 370 kg al año. Además, donde pastaba un novillo, podemos poner a pastar 2, por lo tanto son:

$2 \text{ novillos} \times 2 \text{ ciclos/año} = 4 \text{ novillos/año}$.

$4 \text{ novillos} \times 185 \text{ kg cada uno} = 740 \text{ kg/año}$.

Debido a estas dos razones, la rotación del capital es mayor, lo que nos proporciona una mayor rentabilidad con una menor inversión.

Otro punto importante de destacar, es que se logra un animal con una muy buena terminación, es decir, una musculatura compacta y pareja, sin exceso de grasa, muy buen pelaje, etc., lo que permite obtener un mejor precio por su calificación, mayor rendimiento en carne y venta más rápida cuando hay sobreoferta. (*Gerde, H. 2013*).

Cuando se consideran dos períodos consecutivos de alimentación para la hacienda, encontramos que si se alimenta para obtener un rápido aumento de peso durante el primer período, se producirá una baja de rendimiento en el segundo. Inversamente, si mantenemos o alimentamos la hacienda durante el primer período de manera que el aumento de peso sea bajo, el segundo período compensará este aparente atraso. Es bien sabido que aquel ganado que durante el invierno tiene alimentación de mantenimiento, aumentará rápidamente de peso al alimentarlo con buenas pasturas durante el período de crecimiento y el período de terminación siguiente. Esto permite al criador, manejarse con una considerable flexibilidad basada en los costos de las raciones, para decidir sobre la ganancia de peso que obtiene durante el crecimiento. Sin embargo, estas ganancias de peso deben ser suficientes como para permitirles un máximo desarrollo de huesos y músculos (*Jimenez, C y Sanchez, L. 2002*).

Las tasas ideales de crecimiento estarían entre 750 g y 1 kg por día, esta ganancia de peso nos dará como resultado en la mayoría de los casos, una mayor eficiencia total. Estas relaciones son muy importantes, y permiten darnos cuenta que son infinitas las alternativas que hay con el ganado de engorde. Para profundizar un poco más en el tema debemos considerar las dos principales condiciones de la pastura:

Cantidad de pasto: Limita la cantidad de carne que puede ser producida por Ha. Entonces, las alternativas son comprar más campo, aumentar la productividad de la tierra, o hacer rendir más el pasto mediante el uso de alimento suplementario.

Calidad del pasto: Se relaciona con el contenido de humedad, especie y estado vegetativo del pasto. Afectará el consumo voluntario, la aceptación y en su momento, la tasa de ganancia de peso. La calidad del pasto dependerá del grado

de maduración, tasa de fertilidad, nivel de humedad, etc. Este factor, también puede verse afectado por el manejo de las pasturas, como ser: rotación y cosecha adecuada (*Jimenez, C y Sanchez, L. 2002*).

Cuadro 5. Guía de peso en vacunos de 18 a 30 meses de diferentes razas bovinas (kg.).

Razas	18 meses		30 meses	
	Peso	Ganancia Mensual	Peso	Ganancia Mensual
Angus	281	14	384	9
Hereford	283	14	392	8
Brahaman	300	14	406	9
Gyr	240	11	360	10
Guzetat	340	16	440	9
Nellore	300	14	410	9
Sindhi	280	15	400	10
Indubrasil	300	14	410	9
Brahaman/angus	312	12	424	9
Sta.Gertrudis	340	17	450	9

Se observa que la ganancia de peso vivo al mes, a los 18 meses varía entre los 11 a 17 kg; mientras que en ganado de mayor edad baja la ganancia mensual. (*Cabrera, L. 1990*).

2.2.2.4. Manejo de reproductores.

La productividad del hato depende en mayor medida de la fertilidad del macho, ya que este es responsable de la reproducción de por lo menos 25 hembras al año.

Por ello, es de gran importancia realizar su evaluación desde que inicia su actividad reproductiva y cuando se manifiestan problemas de fertilidad en el hato. Dicha evaluación comprende tanto los aspectos del estado físico como el de la función reproductiva y de la calidad del semen (*Salas, G. 2008*).

Cuadro 6. Rendimiento de los apareamientos de varias razas indias de ganado vacuno en forma de porcentaje del total en cada categoría.

Razas	No.	Rápidos	Lentos	Muy lentos	Sin impulso sexual	Sin deseo de cubrir
Sahiwal	22	13.7	27.3	50	4.5	4.5
Red sindhi	115	32.2	27.8	21.8	9.5	8.7
Hariana	230	45.5	25.2	23.5	5.7	0.4

Adaptado de Lagerlof. 1990.

Inicio como reproductor.- El animal seleccionado para servir como reproductor está en condiciones de comenzar a servir a partir de los 2 años siempre que tenga un buen desarrollo, producto de su capacidad y atención prestada durante el crecimiento. Sin embargo es mucho mejor que el animal inicie su trabajo alrededor de los 2.5 años o que tenga un peso superior a los 350 Kg. (*Cabrera, L. 1990*).

- **Clases de reproductor.-** La selección está determinada por la “dirección” de la actividad ganadera:
 - Si se trata exclusivamente de carne o de doble propósito.
 - Disponibilidad de animales.
 - Periodo de monta o cubriciones.
 - Número de hembras/período.
- **Sanidad y precauciones.-** Deben encontrarse protegidos contra enfermedades infectocontagiosas y especialmente de aquellas de carácter reproductivo. Deberá y efectuarse pruebas de despistaje anualmente o cuando se sospeche de algún problema.
- **Alimentación.-** El aporte que significa el reproductor en el hato demanda que el mismo reciba una alimentación apropiada y que esté debidamente reforzada durante los períodos de pre monta y monta; el empleo de aporte energético y de minerales resulta muy conveniente.
- **Ajuste de reproductores.-** Los ajustes que se recomiendan son:

- Selección de machos que son criados perfectamente y que muestran buen libido.
 - Comprobación de la fertilidad antes de destinarlos a la cubrición.
 - Una alimentación correcta antes y durante el período de monta.
 - Flushing en los machos antes de la temporada de cubrición.
 - Rotación de los machos llevándolos y sacándolos periódicamente del rebaño de hembras, si la alimentación es pobre o dilatando el período de cubrición.
 - Una carga de 25 a 30 vacas por toro/año.
 - Eliminación de machos que presenten síntomas de hipoplasia.
 - Monta dirigida a fin de ampliar la utilización de los mejores reproductores.
 - Preferentemente que los reproductores se encuentren "anillados" a fin de facilitar su manejo.
 - Mantener un máximo de 3% en reproductores, en cuanto a la composición del hato.
 - Estimar la vida útil o activa del macho en 5 años, salvo animales excepcionales cuyo aprovechamiento se prolonga por más tiempo.
- Resumiendo podemos indicar que la producción de carne en América Latina se encuentra afectada por diversos factores que dependen en gran medida del "manejo" que presta a los animales. Diversos estudios realizados nos señalan serias limitaciones que deben ser superadas por medio de la aplicación de una tecnología apropiado (*Cabrera, L. 1990*).

Cuadro 7. Límites biológicos y económicos de la reproducción de carne en áreas de sabana tropical en América Latina.

Ítems	Límites	
	Altos	Bajos
Taza de nacimiento	99% - 100%	40%
Crecimiento	363 kg.	90.8 kg.
Para el mercado (aprx. 454 kg)	10 meses	7 años
Edad al primer parto	18 meses	4 años
Edad al último parto	20 años	9 años
Intervalo interparto	11 meses	2.5 años

Fuente: El potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical 1990.

Cuadro 8. Valores estimados del nivel de producción del ganado vacuno en el trópico americano.

Características.	Nivel actual de producción (rango).	
Porcentaje de nacimiento.	35%.a	60%.
Porcentaje de mortalidad (*).	10%.a	25%.
Peso al destete (**).	120 Kg. a	150 kg
Edad al primer parto.	3 años. a	4 años
Edad al beneficio (macho).	3 años. a	5 años
Peso al beneficio.	350 kg. a	450 kg.
Taza de extracción.	8%.a	15%.

(*) **Hasta edad del primer servicio. (**) 7 meses.**

El Ecuador en los últimos años en el contexto del sector agropecuario la ganadería vacuna ha elevado significativamente la correspondiente contribución. Sin embargo es oportuno insistir que la mejora del manejo es algo incuestionable y de inmediata aplicación y que vale insistir la medición de algunos parámetros que se exponen a continuación (*Cabrera, L. 1990*).

Cuadro 9. Parámetros y medición reproductiva.

Parámetros.	Unidad de medida.
Intervalos entre partos.	Días.
Peso al nacimiento.	Kilogramos o libras.
Peso al destete.	Kilogramos o libras.
Ganancia de peso al destete.	Kilogramos o libras.
Peso al año en pastoreo.	Kilogramos o libras.
Guanacia de peso al pastoreo.	Kilogramos o libras.
Peso al inicio del engorde.	Kilogramos o libras.
Peso al final del engorde.	Kilogramos o libras.
Ganancia en engorde.	Kilogramos o libras.
Peso al beneficio.	Kilogramos o libras.
Peso de carcasa.	Kilogramos o libras.
Rendimiento a la canal.	%.
Destete.	Días (205).

2.3. CONSTANTES FISIOLÓGICAS.

El Médico Veterinario Zootecnista debe ser capaz de analizar todos estos factores y obtener un valor promedio esperable en un paciente determinado y luego compararlo con datos reales y de esta forma determinar el grado de salud o enfermedad del individuo en cuestión (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

Los valores mencionados se utilizan como punto de referencia para diagnosticar el grado de normalidad o anormalidad de un individuo y han sido denominadas Constantes Biológicas, las cuales han sido divididas en Constantes Bioquímicas, Anatómicas, Fisiológicas, etc. (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

Las constantes fisiológicas son parámetros sujetos a variaciones multifactoriales que reflejan mecanismos homeostáticos, sufren variaciones acordes a las diferentes etapas de la vida y con las características externas con las que el animal se encuentra en contacto; el animal no es un ser aislado, vive dentro de un universo donde se establecen relaciones complejas entre ellos. Así el animal puede modificar el medio ambiente atendiendo sus necesidades, pero también el medio ambiente puede influir en sus procesos biológicos (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

Cuadro 10. Constantes fisiológicas vistas por órganos y sistemas.

Constantes fisiológicas vistas por órganos y sistemas	
Sistema Nervioso	Temperatura, sueño, vigilia, reflejos, peso.
Aparato Respiratorio	Frecuencia Respiratoria
Aparato Cardiovascular	Tensión Arterial, Frecuencia Cardíaca, pulso, gasto cardíaco.
Aparto Digestivo	Excreción de heces, peristalsis.
Aparato Urinario	Diuresis
Sistema Hematológico	Concentración de hemoglobina, hematocrito.
Sistema Musculo Esquelético	tono muscular

Fuente. Merck. Manual de Veterinaria. 2007.

Cuadro 11. Factores ambientales asociados con las constantes fisiológicas.

Factores ambientales asociados con las constantes fisiológicas	
Presión arterial.	Estrés.
Frecuencia cardíaca.	Temperatura, contaminación ambiental, altitud, actividad física.
Frecuencia respiratoria.	Clima, actividad física.
Diuresis.	Temperatura del ambiente, disponibilidad de agua.
Temperatura.	Hacinamiento, temperatura del medio ambiente.
Peso.	Vida sedentaria, ambiente de trabajo.
Sueño y vigilia.	Vivienda, altitud.
Hemoglobina.	Alimentación, altitud.

Fuente. Merck. Manual de Veterinaria. 2007.

2.3.1. Temperatura.

Los animales de gran tamaño (aves y mamíferos) son homotermos, pues mantienen su temperatura interna independientemente a la del medio ambiente (*Kelly, R. 1988*).

La temperatura corporal de cualquier ser vivo refleja el equilibrio entre la producción y disipación del calor del cuerpo (*Battaglia, R. et al. 1989*).

La exploración de la temperatura interna del paciente o termometría clínica es lo más importante ya que esto determinará si está sano, empieza con la enfermedad o si está enfermo, por lo general en bovinos se utiliza la termometría rectal, con la cual se puede determinar la temperatura fisiológica normal, hipotermia, hipertermia o fiebre (*Ávila, G. et al. 2008*).

La termometría es el lugar más conveniente para determinar la temperatura fisiológica en los rumiantes, es este un parámetro clínico bastante fijo que presenta pocas variaciones fisiológicas (*Rimbaud, E. 2004*).

La determinación de la temperatura se realiza utilizando un termómetro veterinario y siguiendo los siguientes pasos:

- Se sujeta al animal de una manera adecuada.
- Humedecer el extremo del termómetro con agua o aplicar una capa de vaselina, en caso de no contar con eso, lo recomendable es con las mismas heces del animal u orina; luego insertar cuidadosamente en el recto del animal con un movimiento rotatorio y en las hembras en la vagina, hasta introducirlo tres cuartas partes del mismo y fijarlo sobre la pared del recto por 2 o 3 minutos.
- Retirar el termómetro para leer la lectura y registrarla (*Battaglia, R. et al. 1989*).

2.3.2. Fiebre.

Elevación de temperatura (hipertermia) y a la disminución (hipotermia). Su presencia indica que el animal está enfermo se debe descartar el exceso de trabajo, calor estado de gestación (*Rimbaud, E. 2004*).

Los tipos de fiebre mayormente descritos son:

- Continúa cuando la temperatura varía 1°C.
- Intermitente aparición en un día de períodos febriles.
- Recurrente existen períodos de fiebre espaciados por día. (*Rimbaud, E. 2004*).

2.3.3. Pulsación.

El pulso arterial permite deducir el estado del aparato circulatorio. El lugar de la palpación se efectúa: en los bovinos.- maxilar externo. (*Kelly, R. 1988*).

Aumento en Frecuencia Cardíaca= taquicardia.

Disminución = braquicardia.

La Frecuencia Cardíaca es un valor que nos indica el desempeño que tiene el corazón, su valoración es de suma importancia para determinar el estado general en que se encuentra el bovino, ya que una frecuencia cardíaca muy rápida o lenta, nos indica algunos padecimientos graves (*Kelly, R. 1988*).

2.3.4. Frecuencia respiratoria.

El aparato respiratorio es el medio por el cual se suministra oxígeno a la sangre, la cual lleva después a todo el organismo, el contar el número de respiraciones realizadas por el bovino nos, permitirá descartar cualquier anomalía (*Frandsen, R. y Spurgeon, T. 2001*).

La frecuencia respiratoria la podemos medir al observar la caja torácica (costillas) movimientos normales de la respiración se llama costal arterial, contando los movimientos que realice por minuto. Los cambios en la frecuencia normal son la respiración acelerada y lenta (*Frandsen, R. y Spurgeon, T. 2001*).

Disnea= respiración dificultosa por obstrucción.

Polinea= aceleración respiratoria.

Bradipnea o oligopnea= disminución.

2.3.5. Movimientos ruminales.

En los bovinos el rumen es el compartimiento más grande del sistema digestivo y donde se lleva a cabo la fermentación de los alimentos, por lo cual su actividad (movimientos) es muy importante para mantener la salud de la vaca, normalmente tiene de 1 a 2 movimientos por minuto, pero esto varía de acuerdo a la actividad del animal (*Bargo, F. y Muller L. 2005*).

Algunas enfermedades pueden disminuir o cesar estos movimientos, por lo tanto su valoración será importante para el diagnóstico oportuno. Una vez que se ha hecho el diagnóstico se toma las decisiones necesarias para controlar y prevenir enfermedades (*TheRumiant Animal DigestivePhysiology and Nutrition. 1988*).

2.3.6. El aparato urinario.

El aparato urinario está formado por dos riñones, dos uréteres, la vejiga y la uretra. Los riñones son los órganos que filtran el plasma y los constituyentes plasmáticos de la sangre, y de este modo reabsorben de manera selectiva el agua y las sustancias útiles del filtrado y excretan finalmente el exceso y los productos de desecho del plasma (*Frandsen, R. y Spurgeon, T. 2001*).

El uro análisis es un método diagnóstico básico para todos los animales enfermos, pues no solamente sirve para verificar anomalías en las vías urinarias, sino también es útil para evaluar endocrinopatías, para lo cual se sigue el siguiente proceso (*Frandsen y Spurgeon. 2001*).

- Recolección de orina.
- Observación: color, olor, concentración.
- Poliuria: aumento en micciones.
- Oliguria: disminución de micciones.

- Anuria: ausencia de micciones.

Cuadro 12. Constantes Fisiológicas del bovino.

Constantes fisiológicas del bovino	
Temperatura	T° Mínima 38°C - T° Máxima 39°C
Temperatura Rectal	T° 38.6 °C – 101-5°F
Pulsación por minuto	60 – 80
Frecuencia Respiratoria por minuto	10 – 30
Cantidad de orina eliminada orina/día/litro	6 – 12
Micciones / día	5 – 7
pH orina	7 – 8 Alcalina
Tiempo de coagulación sanguínea / minuto	8 – 10
Leucocitos	7000 – 10000
Eritrocitos	5 – 7 millones
Grupos Sanguíneos	12
Gestación / mes	9
Movimientos ruminales por minuto	Descanso 1.2 Alimentándose 2 Rumia 1.1

Fuente. Merck. Manual de Veterinaria. 2007.

2.4. FISIOLOGÍA DIGESTIVA.

Debido a su sistema digestivo, los rumiantes representan el grupo más especializado y desarrollado, ya que tiene la capacidad de digerir fibras y otros glúcidos en forma más completa que los no rumiantes. Además presentan ciertas características morfológicas y fisiológicas digestivas que los diferencian de los demás animales. Las principales características se observan en la porción anterior del tubo digestivo, ya que los órganos responsables del proceso de degradación de los alimentos a partir del abomaso son similares a los de las demás especies mono gástricos (*García, I. 2001*).

El aparato digestivo comprende la cavidad oral y anexos, (labios, dientes, lengua y glándulas salivales), el esófago, los tres primeros estómagos (retículo, herbario y omaso) de los rumiantes, el intestino delgado, el hígado y el páncreas, el intestino grueso, el recto y el ano. Distribuido a lo largo del aparato digestivo se encuentra tejido linfoide (amígdalas, placas de Peyer, tejido linfoide difuso). Cubriendo las vísceras abdominales está el peritoneo, que participa en muchos procesos patológicos gastrointestinales. Los esfuerzos fundamentales para tratar los trastornos gastrointestinales siempre deben tender a localizar la enfermedad en un

segmento en particular y determinar una causa. Una vez logrado esto, se puede formular entonces, un plan terapéutico racional (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

Las funciones primarias del tracto gastrointestinal incluyen la prensión de alimentos y agua; la masticación y deglución del forraje, la digestión del forraje y absorción de nutrientes; el mantenimiento del equilibrio de líquidos y electrolitos, y la evacuación de los productos de desechos. Las funciones primarias pueden dividirse en cuatro modalidades principales a las que corresponden otras cuatro de trastornos; digestión, absorción, motilidad y evacuación (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

El aspecto más importantes de la motilidad normal del tracto gastrointestinal comprenden la actividad muscular que moviliza los alimentos ingeridos desde el esófago hasta el recto, los movimientos de segmentación que los revuelven y mezclan y la resistencia segmentaria y tono esfinteriano, que retardan la progresión aboral del contenido intestinal. En los rumiantes, estos movimientos son de la mayor importancia para la función normal de los primeros estómagos (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

2.4.1. Estructura histológica del tubo digestivo.

El tubo digestivo se compone de una serie de capas de tejido históricamente diferentes, superpuestas unas a otras en forma de anillo, de adentro hacia afuera, que son:

- **La mucosa.** La membrana mucosa que recubre la parte interna de todo el sistema digestivo posee una estructura homogénea de tejido mucoso, con la presencia de glándulas en determinadas regiones; así, encontramos en la boca la presencia de glándulas bucales, en el estómago glándulas gástricas, en el intestino glándulas intestinales (*Vademécum Veterinario. 2006*).
- **Muscular.** La capa muscular está formada por fibras musculares lisas o no voluntarias, que se extiende a lo largo del tubo en tres direcciones; unas

longitudinales, otras circulares o transversales y otras oblicuas. En el esófago las oblicuas son pocas numerosas y no muy desarrolladas, pero en el estómago todas las fibras, incluyendo las oblicuas, son muy desarrolladas. En ocasiones, entre la mucosa y la muscular existe una capa pequeña de transición que se llama submucosa (*Vademécum Veterinario. 2006*).

- **La serosa.** Es una capa que recubre y favorece externamente las vísceras (*Vademécum Veterinario. 2006*).

2.4.2. Boca.

Es el vestíbulo del aparato digestivo. Es una cavidad comprendida entre los huesos maxilares y palatinos, alargados según el eje de la cabeza, y con dos aberturas, una anterior y otra posterior (*Fisiología de los poligástricos. 2003*).

La boca de los rumiantes, no presenta dientes incisivos superiores ni caninos, presenta una almohadilla dental superior, la cual junto con los incisivos inferiores, los labios y la lengua prensan los alimentos. Presentan dientes molares formados y espaciados para que el rumiante solamente pueda masticar con un sólo lado de la mandíbula al mismo tiempo, estos movimientos laterales de la mandíbula facilitan la masticación de fibras vegetales duras (*García, I. 2001*).

Se considera que un bovino adulto tiene la siguiente fórmula dentaria:

$$(I = 0/4 \quad C = 0/0 \quad PM = 3/3 \quad M = 3/3) \times 2 = 32$$

La producción de saliva se lleva a cabo por tres glándulas salivales, las cuales son: Glándula parótida, Glándula mandibular, Glándula sublingual (*García, I. 2001*).

La saliva sirve como fuente de nitrógeno (urea y mucoproteínas), fósforo y sodio, los cuales utilizan los microorganismos del rumen. La producción de la saliva en los rumiantes puede llegar a 150 L/día en bovinos adultos. La producción es constante, pero tiende a aumentar mientras se lleva a cabo el consumo o durante el reposo. La saliva del rumiante posee un amortiguador, el cual es utilizado para mantener apropiado el pH del rumen, sirve también para humedecer la boca y el

bolo alimenticio, facilitando así la masticación y la deglución. La saliva del rumiante a diferencia de otras especies no contiene amilasa (*García, I. 2001*).

2.4.3. Faringe.

Es un órgano músculo membranoso el cual es conducto común para los aparatos respiratorios y digestivos. La cavidad anterior de la faringe se comunica en su parte superior con las coanas o narices posteriores y en su porción ventral con la abertura posterior de la cavidad bucal. Lateralmente posee un orificio que es la entrada de la trompa de Eustaquio que comunica la faringe con el oído medio. Posteriormente en su porción dorsal se comunica con el esófago y en su posición ventral con la laringe. De esta forma la faringe desempeña un papel importante tanto en la función respiratoria como digestiva (*Vademécum Veterinario. 2006*).

2.4.4. Esófago.

El esófago es un tubo muscular membranoso cubierto por una mucosa lisa, de más de 1 m de longitud, expansible que termina en un esfínter a la entrada de los estómagos denominado cardias, el cual está encargado de conducir los alimentos durante la deglución, el alimento y la saliva se mezclan en la boca y bajan por el esófago al rumen. También, durante la rumia, el contenido ruminal vuelve a través del esófago a la boca para una masticación adicional (*Silva, E. et al. 1991*).

El esófago del bovino adulto es de aproximadamente 5 centímetros de ancho y 90 a 105 centímetros de longitud, su pared es de tejido muscular estriado. La función de este tubo muscular es la de conectar los sacos ruminales con la cavidad bucal. Se presenta una peculiaridad denominada canal esofágico o reticular, el cual se inicia en la porción inferior del esófago y cuando se cierra, forma un tubo que va del esófago al omaso. La función de esta estructura es permitir que la leche ingerida en la edad temprana de los animales no pase al retículo o rumen, y de esta forma evite la fermentación bacteriana (*García, I. 2001*).

2.4.5. Estómago.

El estómago en los rumiantes es muy grande y ocupa casi las tres cuartas partes de la cavidad abdominal, su capacidad varía ampliamente con la edad y tamaño del animal, está compuesto y consta de cuatro compartimientos: Retículo o bonete, Rumen o panza, Omaso o librillo, Abomaso o cuajar (*García, I. 2001*).

Las tres primeras secciones son a menudo consideradas como proventrículos, pues están revestidas por una membrana mucosa desprovistas de glándulas. El Abomaso posee una membrana mucosa glandular por eso comúnmente se llama “estómago verdadero (*García, I. 2001*).

2.4.5.1. Retículo.

La función del retículo es movilizar el alimento digerido hacia el rumen o hacia el omaso en la regurgitación del bolo alimenticio después de la rumia. Presenta forma piriforme. Es el más frontal y pequeño de los ventrículos, a la altura de la sexta y séptima costilla, su mayor parte se halla a la izquierda del plano medio. Se encuentra contra el diafragma y el hígado en su parte frontal, en la dorsal se encuentra limitado por la pared del rumen. La membrana epitelial se eleva formando pliegues de una altura de 1 cm, estos incluyen espacios de cuatro, cinco o seis lados; esto da origen al nombre vulgar de “panal de miel”. Las celdas están subdivididas por pliegues más pequeños y los fondos están incrustados de papilas corneas agudas (*García, I. 2001*).

2.4.5.2. Rumen.

El rumen presenta una capacidad total en un bovino adulto de 100 a 250 L. Ocupa la mayor parte del lado izquierdo de la cavidad abdominal y se encuentra en contacto directo con el ijar izquierdo, limitado dorsalmente por el techo abdominal y ventralmente con el suelo abdominal. El rumen actúa como una cámara de fermentación microbiana y además es el lugar principal de asimilación de ácidos grasos de cadenas cortas. El rumen presenta una elevada cantidad de diferentes especies, las cuales pueden alcanzar cantidades que van de 25 a 50 mil

millones / ml, además se han identificado 35 especies diferentes de protozoarios ciliados, los valores promedio que se pueden encontrar son de 20 a 50 mil / ml. (*Vademécum Veterinario. 2006*).

Esta cámara se puede describir como presentando dos caras, dos curvas y dos extremidades. La primera de ellas es la cara parietal o izquierda, la cual está en relación con el diafragma, la pared izquierda del abdomen y el bazo. La cara visceral o derecha, se relaciona principalmente con el omaso y abomaso, intestino, hígado, páncreas, riñón, aorta posterior y vena cava (*Vademécum Veterinario. 2006*).

La curvatura dorsal, es convexa y se encuentra limitada por los pilares izquierdos del músculo diafragma y los músculos sub lumbares, a los cuales se encuentra unida por medios del peritoneo y tejido conectivo. La curvatura ventral, se encuentra situada sobre el suelo del abdomen. Los surcos longitudinales izquierdo y derecho, dividen externamente al rumen en dos sacos: dorsal y ventral. La extremidad reticular o anterior, se encuentra dividida ventralmente por un surco anterior transversal en dos sacos. El saco dorsal, se encuentra separado del bonete por el surco rumino reticular, el cual es muy marcado en la cara izquierda, pero en la derecha no existe, observándose juntos al rumen y retículo como una cúpula (atrio ventricular) en donde se une el esófago. La extremidad pelviana, se relaciona con el intestino y la vejiga, y se encuentra dividida en dos sacos ciegos por el surco posterior transverso, el cual pone en conexión a los surcos longitudinales. Los sacos ciegos están separados del rumen por los surcos coronarios dorsal y ventral (*Vademécum Veterinario. 2006*).

Internamente el rumen, se encuentra dividido en sacos: dorsal y ventral, por los pilares; estos son pliegues de la pared, reforzados por fibras musculares, que corresponden a los surcos en la cara externa del rumen. Los pilares encontrados son: pilar anterior y posterior, que son los principales, pilares derecho e izquierdo, pilares coronarios dorsal y ventral, y el pliegue rumino reticular (*García, I. 2001*).

La superficie interna del rumen es de tipo epitelial, presenta un color pardo, excepto en los bordes de los pilares, se encuentra incrustada de grandes papilas

que llegan a medir hasta 1 cm de longitud, sin embargo, los bordes de los pilares y una parte del saco dorsal están desprovistas de papilas, la disposición papilar se encuentra más desarrollada en los sacos ciegos. La mayoría de las papilas son foliadas y cónicas, algunas son filiformes y estrechas (*García, I. 2001*).

Los movimientos de esta cámara al igual que del retículo, facilitan la mezcla de la ingesta y haciendo que el líquido ruminal la humedezca continuamente manteniéndola en contacto con la flora ruminal. También facilitan el eructo, la regurgitación y el paso del alimento hacia el omaso. El movimiento del mezclado se inicia con una contracción del retículo, seguida de una de los sacos anterior y dorsal del rumen, la ingesta se dirige posterior y ventralmente; instantes más tardes se produce el eructo, para lo cual los sacos posterior ventral y dorsal se contraen, forzando a la ingesta hacia arriba y adelante. Los gases son dirigidos también hacia el esófago con esta contracción, en ese momento el orificio esofágico se dilata y los gases son expulsados a la atmósfera, previa inhalación pulmonar. La rumia es un reflejo que consta de cuatro acciones diferentes: regurgitación, re insalivación, re masticación y re deglución. La rumia se inicia por el contacto del alimento grueso con los receptores nerviosos de la pared ruminal. (*García, I. 2001*).

Durante la fase de regurgitación, el cardias se inunda de ingesta como resultado de una contracción del retículo; al mismo tiempo, se presenta un esfuerzo de la glotis cerrada, creando una presión negativa en el tórax. En el momento preciso el cardias se abre y un bolo de ingesta es pasado el esófago, de donde es transportado hacia la boca por contracciones peristálticas del esófago. Una vez en la boca, el fluido en exceso es expulsado del bolo y se re deglute, la re masticación comienza y terminando está el bolo es re deglutido y se reinicia el proceso (*García, I. 2001*).

El contenido ruminal se clasifica en tres estratos:

- **Superior:** El cual contiene partículas gruesas y alimento del día.
- **Medio:** Con partículas de densidad y tamaños intermedios.
- **Inferior:** Conteniendo líquidos, partículas finas y la ingesta.

El contenido del estrato inferior, es el que pasa al omaso para la subsecuente digestión (*García, I. 2001*).

2.4.5.3. Omaso.

No se conoce en forma clara cuál es la función del omaso, aunque al parecer es la de ayudar en la función de reducir el tamaño de las partículas del alimento digerido, además de que interviene en el control del paso del bolo alimenticio hacia el tubo digestivo inferior y extraer los líquidos retenidos en la ingesta. Sus láminas y papilas, pueden funcionar como una comunicación directa entre el retículo y el abomaso para los líquidos y alimentos finamente triturados (*García, I. 2001*).

El omaso es una estructura de forma elipsoidal, situado enteramente a la derecha del plano medio, a nivel de las 7ma –11va costillas. Se relaciona sobre todo con el diafragma y el hígado, además del rumen, retículo y abomaso (*García, I. 2001*).

La parte interna del omaso, se encuentra ocupada por aproximadamente 100 pliegues longitudinales llamados láminas del librillo, las cuales emergen de la curvatura mayor y los lados. Las láminas mayores (12 aprox.) tienen un borde convexo de inserción y un borde ventral libre cóncavo. El alimento es comprimido en placas delgadas en los pequeños espacios existentes entre láminas, para ser triturado finalmente por las numerosas papilas córneas redondeadas que se encuentran en las superficies de los pliegues (*García, I. 2001*).

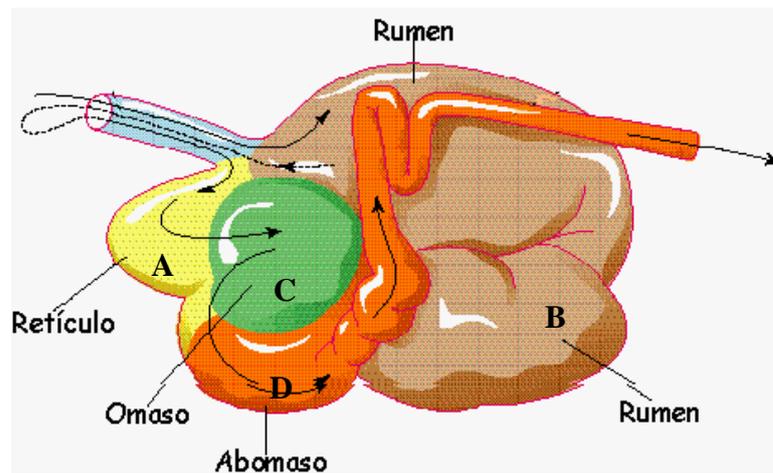
2.4.5.4. Abomaso.

La función del abomaso es similar al estómago de los no rumiantes, con la secreción de ácido clorhídrico y pepsina, mismas que inician el proceso de degradación de las proteínas tanto de sobrepaso como microbianas. A diferencia del estómago de mono gástricos, los pliegues abomasales previene en la estratificación de la ingesta, lo que aunado a la naturaleza semilíquida de la misma, la exponen al proceso hidrolítico en un menor tiempo (*Vademécum Veterinario. 2006*).

El abomaso es un saco largo que se halla en su mayor parte sobre el suelo del abdomen. El fondo de este, se halla en la región xifoidea en relación con el retículo. El cuerpo, se extiende ventralmente entre el rumen y el omaso; la porción pilórica, se inclina dorsalmente uniéndose al duodeno mediante el píloro (*Vademécum Veterinario. 2006*).

La cavidad del abomaso se encuentra revestida en su área inicial (región glandular) por una membrana mucosa glandular blanda, que forma una docena o más de pliegues espirales. La segunda área (región pilórica) es más estrecha y su aspecto es parecido a la región correspondiente al estómago del caballo (*García, I. 2001*).

Fig 3. Estómagos de vaca. A: Retículo; B: Rumen; C: Omaso; D: Abomaso.



2.4.6. Intestino delgado.

Es la parte más estrecha y delgada del intestino, su calibre es uniforme y su longitud variable, pero siempre es de muchos metros (*Fisiología de los poligástricos. 2003*).

Es cilíndrico, arrollado en espiral, y presenta dos curvaturas llamadas gran y pequeña curvatura, esta es la que sirve para la inserción del mesenterio. Presenta tres partes o porciones iguales: duodeno, yeyuno e íleon, la cual se comunica con el ciego (*Fisiología de los poligástricos. 2003*).

El duodeno es la primera porción de intestino delgado. Aquí es donde se vierten las secreciones digestivas biliares y pancreáticas, las que, en unión con los jugos gástrico e intestinal, desdoblan los nutrientes de la ingesta en sus formas absorbibles (*Fisiología de los poligástricos. 2003*).

En la digestión a cargo de las enzimas digestivas juegan un papel importante las condiciones de los pH imperantes en el intestino. En el caso del rumiante, la neutralización es más lenta, debido probablemente a las grandes cantidades de ácido clorhídrico secretadas con el jugo gástrico, como también a la menor alcalinidad y menor contenido de bicarbonato de las secreciones digestivas biliares y pancreáticas (*Bugstaller, G. 1981*).

En la unión del intestino delgado con el intestino grueso se localiza el ciego, el cual es un saco lateral de unos 10 L de volumen. Este compartimiento está conectado al conducto digestivo por una sola abertura. Tanto las condiciones de pH como de anaerobiosis en esta cavidad dan lugar a un nuevo proceso de fermentación microbiana de aquellos nutrientes que hasta aquí no han sido digeridos o absorbidos por el animal. Sin embargo, dicha fermentación no es de fundamental importancia para el rumiante, tanto por su escaso volumen como por el bajo índice de absorción que en el intestino grueso tienen a los compuestos resultantes de este proceso (*Fisiología de los poligástricos. 2003*).

2.4.7. Intestino grueso.

Sigue al intestino delgado, del cual se distinguen fácilmente por su calibre, que es muchas veces mayor, y por una serie de estrangulaciones y dilataciones o abombamientos, que le dan un aspecto especial (*Bugstaller, G.1981*).

El intestino grueso del rumiante no presenta cintas ni saculaciones. En su mayor parte se encuentra situado en la porción derecha dorsal de la cavidad abdominal. Principalmente funciona como órgano de absorción de agua y concentración de contenido intestinal. Se encuentra formado por ciego, colon y recto (*García, I. 2001*).

El intestino grueso comienza en una dilatación o reservorio muy vasto, llamado ciego, el cual continua con la parte llamada colon, que consta de dos secciones: el colon replegado y el colon flotante, terminando con el recto (*Fisiología de los poligástricos. 2003*).

La principal función del intestino grueso, es la absorción de agua. Es así como el total de materia seca del contenido intestinal aumenta desde 7% en el sector próximo del intestino grueso hasta un 15 a 18% en las heces (*Correa, C. 2001*).

2.4.8. Páncreas.

El páncreas es de forma irregular cuadrilátera y se localiza casi por completo a la derecha del plano medial. Su cara dorsal se relaciona con el hígado, riñón derecho y diafragma. Se fija al hígado por medio de la cisura portal. La cara ventral está en relación con la curvatura dorsal del rumen y el intestino (*García, I. 2001*).

La principal función del páncreas en la digestión de los rumiantes, es el aporte de jugo pancreático y enzimas que son vaciadas al duodeno, para la consecuente digestión de nutrimentos. Las enzimas que produce el páncreas se encuentran: Tripsina, quimo tripsina, lipasa pancreática, carboxipeptidasa, ribonucleasa, desoxirribonucleasa y amilasa pancreática en menor grado. La secreción del páncreas está regulada por dos hormonas: pancreozimina y secretina, las cuales se producen en la pared del intestino delgado (*García, I. 2001*).

2.4.9. Hígado.

El hígado es la glándula más grande del cuerpo y lleva a cabo un gran número de funciones, como almacenamiento y formación del glucógeno y urea, de saturación de ácidos grasos, destoxificación, fraccionamiento del ácido úrico y secreción de bilis. El hígado del bovino, se localiza casi completamente a la derecha del plano medio. Su peso varía entre 5 a 7 Kg en bovinos grandes, en carneros pesa en promedio 0.7 kg. En bovinos consta de un cuerpo que forma la mayor parte del órgano y dos pequeños lóbulos (caudado y papilar) que están localizados posteriormente. El lóbulo papilar está comúnmente presente sólo en bovinos y

consta de una masa en forma de lengua que se sobrepone al tejido portal. Presenta una vesícula biliar, la cual vacía dentro del duodeno por un ducto simple. En los ovinos, el hígado se encuentra lateralmente en dos lóbulos principales (dorsal y ventral) mediante una fisura umbilical transversa, y posee un pequeño lóbulo caudado postero medial. Es relativamente más corto y comprimido que en bovinos. Posee vesícula biliar y se une al ducto pancreático antes de entrar al duodeno como un ducto biliar común. La importancia principal de este órgano en la fisiología de la digestión, es la producción de bilis (*García, I. 2001*).

La bilis es un producto de la destrucción de eritrocitos y del metabolismo muscular. Es de consistencia viscosa, verde, de pH alcalino y está constituida de biliverdina y bilirrubina, sales biliares y grasas. En el intestino la bilis funciona alcalinizando el contenido intestinal disolviendo colesterol y emulsificando las grasas. La secreción de bilis se encuentra regulada por la colecistoquinina, secretada por la pared del intestino delgado (*García, I. 2001*).

2.4.10. Bazo.

Es la mayor de las llamadas glándulas de secreción interna. En los animales siempre ocupa el sitio y la forma de la curvatura mayor del estómago. Su tamaño y peso están en relación con la cantidad de sangre que posee el animal y por ello es variable en las distintas especies, así como también en el mismo animal sometido a diferentes condiciones (*Vademécum Veterinario 2006*).

2.4.11. Recto.

Es la parte del intestino que se encuentra en el bacinete pélvica. Es la continuación del colon flotante. Se le da el nombre de recto, por su disposición en dirección recta, de adelante hacia atrás (*Duarte, V. 1998*).

El recto está cubierto con peritoneo a nivel de la primera vértebra coccígea, la porción retroperitoneal se halla circundada por cierta cantidad de grasa. El recto es esencialmente un órgano de almacenamiento donde los productos fecales son

retenidos hasta que la cantidad acumulada estimula el control nervioso de la defecación (*García, I. 2001*).

El recto termina en el ano que es abertura posterior del tubo digestivo, que lo hace comunicar con el exterior (*Duarte, V. 1998*).

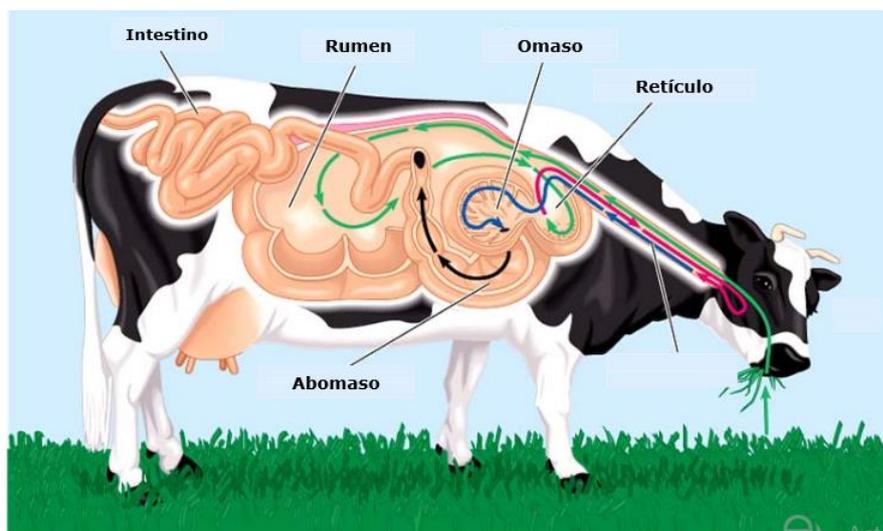
El recto sirve como una bolsa de depósito, donde se almacenan excrementos en el intervalo de las defecaciones. Su estructura es una capa carnosa y gruesa, que es de color rosado, presenta numerosos pliegues longitudinales y transversales; carece de capa serosa, salvo en la parte anterior a la entrada del bacinete (*Fisiología de los poligástricos. 2003*).

2.7.12. Ano.

El ano es la terminación posterior del tracto digestivo y consta de dos músculos esfinteriano y un músculo retracto. Es la abertura posterior del tubo digestivo. Está situado debajo de la cola. En su contorno se parece a la abertura de una bolsa que se cierra por medio de un nudo corredizo, formando un rodete, tanto más saliente mientras el animal es más joven y vigoroso (*Fisiología de los poligástricos. 2003*).

Su estructura es mucosa en su cara interna, que es de transición entre la piel y la mucosa verdadera, después musculosa, en forma de rodete, llamado esfínter del ano: es la capa que mantiene cerrado el ano en los intervalos de las defecaciones, y exteriormente una capa de piel fina sin pelos que es suave, por la cantidad de glándulas sebáceas que contiene (*Fisiología de los poligástricos. 2003*).

Fig 3. Órganos digestivos y dirección de los alimentos ingeridos en una vaca.



2.5. MICROBIOTA RUMINAL.

Los rumiantes han desarrollado una compleja micro biota simbiote que incluye bacterias, protozoarios, hongos y arqueas (*Van, S. 1994*).

Esta comunidad les ha permitido adaptarse al consumo de vegetales y aprovechar los polisacáridos insolubles como la celulosa y hemicelulosa. Estos sustratos poseen enlaces que no pueden ser hidrolizados por los mamíferos. La fermentación ruminal por parte de la micro biota nativa tiene efectos de consideración sobre los procesos metabólicos de los animales y las funciones de los microorganismos están íntimamente asociadas tanto con desordenes metabólicos de los rumiantes como con su bienestar (*Wallace, 1994*).

El ambiente ruminal está adaptado a mantener condiciones óptimas para el buen desarrollo de la micro biota allí existente la cual es abundante y diversa. La entrada de alimento y por tanto el suministro de sustrato para los microorganismos es relativamente constante así como la temperatura que se mantiene en el entorno de los 39°C. El flujo de comida, agua y una saliva con propiedades de tampón mantiene el pH del líquido ruminal y la ingesta en valores cercanos a la neutralidad y levemente ácidos. (*Wallace, R. 1996*).

Existe una continua remoción de productos secundarios del crecimiento microbiano, tanto por el consumo de otros microorganismos como por la absorción por parte de la pared ruminal. La constante transferencia y remoción de equivalentes de reducción en forma de H₂ hace posible que la fermentación sea termodinámicamente favorable (*Tajima, K. 2000*).

El potencial de reducción es mantenido en valores bajos (-0,4 V) y la concentración de oxígeno es prácticamente nula (10⁻²²M) permitiendo así el desarrollo de una micro biota esencialmente anaeróbica estricta (*Wallace, 1996*).

La actividad metabólica de la comunidad microbiana simbiote es responsable de la digestión del material fibroso que consumen los rumiantes y sus productos finales y desechos son utilizados por el animal como fuente de energía, proteína y vitaminas. En el rumen y debido a la actividad microbiana se generan los precursores proteicos y lipídicos de los principales constituyentes de los productos comerciables del ganado, como la leche y la carne (*Larue, et al, 2005*).

Para entender mejor las relaciones microbianas en el rumen es necesario describir y comprender su diversidad y cómo las cantidades y características de los microorganismos pueden ser alteradas por diferentes factores del huésped y de la dieta. La composición de la dieta tiene una gran influencia en la diversidad microbiana del rumen (*Larue, et al. 2005*).

Los carbohidratos solubles son rápidamente metabolizados, mientras que las paredes celulares de los forrajes, a excepción de las pectinas, son fermentadas lentamente por la micro biota fibrolítica. Los productos de la fermentación microbiana de los carbohidratos son fundamentalmente ácidos grasos volátiles (AGV) de cadena corta, principalmente acético, propiónico y butírico, CO₂ y CH₄, ocasionalmente lactato (*Van, S. 1994*).

Los AGV son rápidamente absorbidos a través del rumen y son responsables del 60 al 70% de la energía metabolizable para un bovino adulto y son utilizados por el animal para su mantenimiento y producción. Los AGV más abundantes en el

fluido ruminal son el acético, propiónico y butírico que representan hasta el 95% de todos los AGV (*Van, S. 1994*).

El propiónico es el único ácido gluconeogénico y es responsable del 65 al 80% del suministro de glucosa en una vaca en lactación. El ácido acético es el que más se produce en el rumen llegando a niveles del 70% o más. El ácido butírico juega un rol importante en el rumen; es el ácido que tiene más valor energético molar de los tres AGV más importantes en la fisiología ruminal, es el AGV más metabolizado en el epitelio ruminal y tiene efectos mitóticos en el epitelio durante el desarrollo. Existe una importante correlación entre este ácido el consumo de materia seca y la producción de leche (*Seymour, W. et al., 2005*).

Así, la mayor parte de los nutrientes que obtiene el rumiante son producidos en el rumen debido al metabolismo microbiano de los carbohidratos, proteínas o nitrógeno no proteico (*Jouany, J. y Morgavi, D.2008*).

Además del rol fundamental que poseen los microorganismos en la digestión del alimento, la proteína de origen microbiano es considerada como la fuente principal de proteína para el rumiante, de alto valor biológico y elevada digestibilidad intestinal (*Jouany, J. y Morgavi, D. 2008*).

Al igual que el resto de los mamíferos, los rumiantes, como todos los mamíferos, absorben los aminoácidos provenientes de los compuestos proteicos a nivel de duodeno. La proteína que llega al duodeno de un rumiante es básicamente la suma de la proteína microbiana y la proteína de origen alimenticio que no ha sufrido degradación a nivel ruminal. Mientras que el valor biológico de la proteína de origen alimenticio que llega al duodeno es muy variable, la composición en aminoácidos de la proteína de origen microbiano es muy estable y de muy alta calidad (*Schingoethe, D. et al., 1999*).

La eficacia de síntesis es baja, del orden de 20g de Nitrógeno/kg de materia orgánica verdaderamente fermentada en rumen (MOVF), la proteína microbiana puede cubrir cerca del 50% de las necesidades proteicas de una vaca lechera de 600 kg produciendo 25 litros de leche con 4% de grasa. La eficacia de síntesis

fuera media (30 g N/kg MOVF), la proteína microbiana cubriría el 73 % de las necesidades proteicas del mismo animal, y podría llegar a cubrir un 98 % de las necesidades proteicas si la eficacia fuera elevada (*Schingoethe, D. et al., 1999*).

Se estima que la comunidad microbiana ruminal comprende varios cientos de especies bacterianas y al menos 30 de estas son predominantes llegando a cantidades de aproximadamente 10^{11} células bacterianas/ml. También se pueden encontrar unas 40 especies de protozoarios (10^5 - 10^7 /ml) y alrededor de 5 especies de hongos (10^5 /ml) (*Hespell, R. 1987*).

Sólo una fracción de la comunidad bacteriana de la mayor parte de los sistemas microbianos es cultivable. Efectivamente, se calcula que entre el 10 y 50 % de la comunidad bacteriana ruminal puede ser cultivada (*Kobayashi, Y. 2006*).

La biota microbiana se encuentra distribuida en tres ambientes diferentes que ofrece el sistema ruminal. Existe una población microbiana adherida al epitelio ruminal una fracción de la micro biota se encuentra libre en el fluido ruminal y por último una porción que se encuentra adherida y en íntimo contacto con la partículas alimenticias. Estas tres fracciones son diferentes en composición (*Olubobokun y Craig, 1990*).

En cuanto a hábitats únicamente bacterianos se pueden definir cinco ambientes o formas de vida ruminal: i) Bacterias de vida libre en el fluido ruminal, ii) bacterias asociadas a las partículas de alimento pero de forma débil, iii) bacterias firmemente adheridas al material vegetal, iv) bacterias asociadas con el epitelio del rumen v) bacterias que se asocian a los protozoarios y esporangios fúngicos (*Miron et al. 2001*).

La población bacteriana adherida al epitelio ruminal es una compleja urdimbre de células unidas entre sí por fibras que a su vez se adhieren al glicocalix de la superficie epitelial. Al adherirse al epitelio estos microorganismos tienen acceso continuo a los potenciales sustratos del fluido ruminal debido a las contracciones rítmicas del retículo-rumen además de acceso a los metabolitos que atraviesan el epitelio (*McCowan et al., 1978*).

En estudios con distintos enfoques se ha observado que las poblaciones microbianas adheridas rondan en valores de 10^7 unidades formadoras de colonias (UFC)/cm² de pared ruminal y que difieren con las encontradas en el fluido ruminal (*Dehority y Grubb, 1981*).

Estos microorganismos forman un biofilm protector y presentan una particular actividad ureolítica. Recientemente se describió que la micro biota adherida a las paredes del retículo rumen está conformada por un 80% de bacterias que aún no han sido identificadas y puede ser definida como no cultivada aun lo que manifiesta la importancia de los estudios moleculares para estudiar este ecosistema (*Sadet-Bourgeteau et al., 2010*).

En general estas poblaciones dependen de la dieta que consumen los animales y se pueden encontrar miembros de los filos Firmicutes, Bacteroidetes y Proteo bacteria como predominantes. En animales que consumen pasturas los miembros del phylum Firmicutes representan un 50% de la comunidad mientras que los Bacteroidetes un 33%. Estas proporciones se invierten en animales que consumen dietas ricas en concentrados (*Sadet-Bourgeteau et al., 2010*).

Se ha detectado Nitro somas asociadas a este epitelio lo que sugeriría un posible rol oxidante de metano y del amonio y se ha confirmado, desde el punto de vista molecular, las diferencias en composición de la biota bacteriana vinculada a la pared ruminal y al contenido con el grupo Bacteroidetes representando más del 90% de los clones de una librería y el grupo de los Gram positivos de bajo contenido G+C (LGCGPB) con el 5,6% (*Cho, S. et al., 2006*).

En la fase líquida del contenido ruminal (fluido o líquido ruminal) los microorganismos se encuentran libres y se nutren de proteínas y carbohidratos solubles. Estos microorganismos o bien son planctónicos o son microorganismos que se despegaron de las partículas sólidas o del epitelio. Constituyen entre el 20 y 30% de la biomasa bacteriana y están principalmente representados los Bacteroidetes (67,5%), LGCGPB en un 30% y Proteo bacteria (2,5%) según las frecuencias de clones en una biblioteca de DNAr 16S (*Cho, S. et al., 2006*).

Pueden llegar a poblaciones de 10^{10} organismos por mililitro o incluso más. Estas relaciones pueden ser muy variables encontrándose en ocasiones bovinos en los que la mayor parte de esta micro biota está representada por miembros del grupo LGCGPB representando entre el 70 y el 98% de la secuencias de bibliotecas de clones realizadas en diferentes condiciones alimenticias (*Tajima, K. et al., 2001*).

Para estudiar esta fracción de la micro biota ruminal se han realizado abordajes tanto clásicos, que involucraron el cultivo, como moleculares. Se ha encontrado una gran diversidad genética en el rumen cuando se ha estudiado por medio de la construcción de bibliotecas de clones y queda claro que la composición de la biota bacteriana ruminal está muy influida por la dieta. En el fluido ruminal se pueden encontrar miembros del grupo Bacteroidetes y del grupo Prevotella-Bacteroidetes como los grupos de microorganismos más representados, los que se agrupan con la especie ruminal Prevotellaruminicola. Especies como *Serenémonos ruminantium* pueden ser aisladas y cultivadas de fluido ruminal y también puede ser detectadas en bibliotecas de clones. Más del 70% de la micro biota ruminal está asociada a la fase sólida del contenido ruminal (*Tajima, K. et al., 2001*).

Estos microorganismos pueden estar fuertemente adheridos a las partículas o pueden estar asociados o atrapados por el material ingerido constituyendo la porción bacteriana que está débilmente asociada a las partículas. Se calcula que la micro biota asociada a las partículas es responsable de entre el 88 y 91% de la actividad fibrolítica (endoglucanasa y xilanasas), del 70% de la actividad amilasa y del 75% de la actividad proteolítica del rumen constituyendo ésta la fracción metabólicamente más importante del sistema ruminal. De hecho, las propiedades adhesivas de las bacterias encargadas de la degradación de las fibras son fundamentales para la consecuente fermentación y hace posible toda la cadena fermentadora del rumen (*Tajima, K. et al., 2001*).

2.5.1. Micro biota fibrolítica

Unas pocas especies de bacterias, protozoarios y hongos son los que llevan a cabo la fibrólisis, mientras que una población más abundante y diversa lleva a cabo la degradación de azúcares y almidones (*Stewart, C. y Bryant, P. 1988*).

Cuando se desarrollaron los métodos de cultivo para bacterias anaerobias estrictas, Robert Húrgate en la década del 50 aisló las bacterias celulolíticas predominantes y las clasificó como *Bacteroidessuccinogenes*, *Ruminococcusalbus* y *Ruminococcus flavefaciens*. *B. succinogenes* se reclasificó como *Fibrobactersuccinogenes* ya que no compartía homología a nivel del 16S con otros bacteroides. Junto a estas bacterias, *Butyrivibrio fibrisolvens* otra especie que si bien es pobremente celulolítica, juega un rol importante en el proceso de fermentación de la celulosa ya que se encuentra asociada a otras en los llamados consorcios fibrolíticas. Junto a este grupo también se ubican las fibrolíticas *Prevotellaruminicola*, *Eubacteriumfibrisolvens* y *Eubacteriumruminantium* (*Stewart, C. y Bryant, P. 1988*).

En estudios realizados con primers específicos fue posible determinar que existe en el rumen una mayor proporción de *R. flavefaciens* frente a *R. albus* y que sus poblaciones no superan el 1% del total del ARN 16S microbiano. Cuando se utilizó un primer dirigido al género *Ruminococcus* este valor alcanzó a un 8% por lo que las dos especies clásicas (*R. albus* y *R. flavefaciens*) no serían las únicas presentes en el rumen. *F. succinogenes* representaría el 1% de la población total del ARNr 16S realizaron estudios sobre la influencia de la dieta en las poblaciones de las tres especies mencionadas, ellos encontraron que las diferencias entre las dietas eran menores que las explicadas por las variaciones entre los diferentes animales. Los autores también encontraron una correlación positiva entre las poblaciones de *Ruminococcus* y la concentración de ácido butírico, lo que indicaría que estas bacterias establecen relaciones sinérgicas con productores de este ácido (*Weimer, P. et al., 1999*).

Las bacterias encargadas de la fibrólisis deben adherirse firmemente a las partículas alimenticias para la subsiguiente degradación de la pared celular vegetal

del alimento. Esto fue demostrado en ensayos en los que se utilizaron mutantes de importantes bacterias celulolíticas que eran deficientes en esta propiedad. Las bacterias mutantes carecían de adhesinas y no formaban interacciones con el sustrato fibroso viéndose disminuida su capacidad fibrolítica. La adhesión a las fibras y la digestión de las mismas es mediada por estructuras multi enzimáticas unidas a las membranas llamadas celulosomas (*Bayer, E. et al., 2008*).

El celulosoma producido por *R. flavefaciens* de los más elaborados que se conocen y posee proteínas que lo mantienen unido a la membrana citoplasmática y a los complejos enzima-sustrato, por lo que la adhesión con la célula bacteriana es muy íntima. Aparentemente *R. albus* también expresa celulosomas cuya estructura aún está por esclarecerse (*Bayer, E. et al., 2008*).

El proceso de fibrólisis llevado a cabo por las bacterias del rumen se ve inhibido a pH inferiores a 6 (Russell y Wilson, 1996). Este es un hecho de consideración cuando se evalúa el diseño de dietas de rumiantes. Las dietas ricas en grano que poseen una gran proporción de carbohidratos solubles provocan descensos de pH que se reflejan en una menor ingesta de materia seca como consecuencia de la detención de la fibrólisis (*Bayer, E. et al., 2008*).

Esto último es una de las causas de la acidosis bovina, una enfermedad de los rumiantes causada por el crecimiento en exceso de bacterias productoras de ácido láctico como *Streptococcus bovis* (*Krause, K. y Oetzel, G. 2005*).

2.5.2. Prebióticos ruminales

La modulación de la micro biota ruminal con el fin de aumentar el rendimiento productivo y prevenir trastornos digestivos en rumiantes ha sido una preocupación central para productores y profesionales vinculados al sector ganadero. En las últimas décadas se han desarrollado numerosas y variadas estrategias con el objetivo de modular y estimular un desarrollo saludable de la micro biota ruminal, especialmente para prevenir trastornos digestivos como la acidosis o el meteorismo y aumentar la eficiencia alimentaria de los animales (*Kobayashi, Y. 2006*).

Para manipular efectivamente la fermentación ruminal es necesario conocer la diversidad y las inter-relaciones entre los diferentes microorganismos ruminales necesarios para un correcto funcionamiento (*Kobayashi, Y. 2006*).

Con este fin, tradicionalmente se ha recurrido a la administración de productos y fármacos antimicrobianos, aunque a esta práctica se han asociado en los últimos años a problemas de salud pública vinculados a la emergencia de cepas bacterianas resistentes y a la generación de residuos en productos y subproductos de origen animal (*Martin, S. 1998*).

En los últimos años, la comunidad científica ha manifestado una gran preocupación por el alarmante incremento de la resistencia bacteriana a antibióticos y el riesgo potencial en seres humanos ante la disminución de efectividad en el tratamiento de las enfermedades infecciosas (*Torres, C. y Zaragoza, M. 2002*).

En Europa, se considera que la eliminación total del uso de antibióticos como promotores del crecimiento parece ser la opción más sensata y realista (*Aarestrup, et al. 2001*).

Ante esta situación, sin embargo, se registran escasas patentes en el campo de las estrategias alternativas de modulación de la biota bacteriana ruminal dedicadas en particular a la prevención de la acidosis. En general se basan en la utilización de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* viva o inactivada, la administración de fluido ruminal bajo diversas formas o incluso de inhibidores sintéticos de la alfa-amilasa bacteriana (*DeFrain, J. et al. 2005*).

En virtud de estas consideraciones, el campo de la producción de prebióticos para salud y producción animal aparece como de promisorio desarrollo. Se denomina prebiótico a un monocultivo o un cultivo mixto "vivo" de microorganismos que tienen algún efecto beneficioso sobre animales o humano al ser consumido en cantidades suficientes (*FAO/WHO. 2001*).

El uso de prebióticos, también llamados DirectFeedMicrobials (DFM), es una práctica que tiene ya varias décadas y en los últimos años se han realizado abundantes estudios sobre los efectos de la administración de cepas seleccionadas en humanos y animales (*Cross, M. 2002*).

Miembros de los géneros Lactobacilos, Bifidobacterium, Streptococcus, Enterococcus, Bacteroides, Bacillus y Propionibacterium han sido utilizados como pro bióticos fundamentalmente en especies de animales mono gástricos (*Jan, G. et al. 2002*).

En el ámbito académico existen diversos grupos de trabajo dedicados a investigaciones básicas y al desarrollo de prebióticos y prebióticos para rumiantes, aunque aún los resultados no son concluyentes (*Jan, G. et al. 2002*).

Uno de los principales fundamentos que guían estas investigaciones es la modulación de la biota bacteriana ruminal "a favor" de aquellas especies que utilizan el lactato cuya acumulación anormal es clave en el desarrollo de la acidosis (*Piknova, M. et al.2004*).

Existe también un creciente interés en administrar pro bióticos fibrolíticos con el fin de optimizar la degradación de la fibra vegetal (*Piknova, M. et al. 2004*).

La ventaja del uso de pro bióticos bacterianos con el fin de modular la biota ruminal es que se emplean bacterias nativas, las que, a diferencia de las bacterias exógenas, pueden presentar una buena capacidad de adaptación y permanencia en el órgano blanco (*Vinderola, C. et al. 2004*).

Además el efecto benéfico no sólo depende la especie sino que distintas cepas de una misma especie pueden variar en sus características a la hora de ser consideradas para su utilización como prebióticos (*Vinderola, C. et al. 2004*).

2.6. REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL GANADO DE CARNE.

La producción de ganado de carne, sea en los campos, en los corrales de pastoreo mejorado, o en el corral de engorde, es más económica cuando se usan eficazmente los materiales fibrosos. El pasto joven en crecimiento y otros sembrados para pastoreo generalmente proporcionan agentes nutritivos amplios para satisfacer las necesidades del ganado de carne y el ganado maduro o en crecimiento puede consumir suficiente pastos mixtos de buena calidad para mantener crecimiento normal y mantenimiento. Sin embargo, los pastos maduros y secos, los residuos que sembrados u otros forrajes cosechados de modo tal que ocurran pérdidas excesivas por quebrado, y lixiviación o descomposición, pueden reducir tanto su valor nutritivo (especialmente el contenido de proteína, fósforo y provitamina A), que es adecuado solamente como ración de mantenimiento para el ganado adulto. Estos forrajes deben suplementarse si se van a usar para otros propósitos fuera del mantenimiento (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

2.6.1. Proteínas.

En el ternero pre rumiante el rumen no es funcional, por lo que la nutrición proteica es tan importante como en los no rumiantes. Los requerimientos de aminoácidos pueden ser cubiertos con leche o con sustitutos lácteos. La suplementación con ciertos aminoácidos ha probado ser beneficiosa pero la utilidad de la urea es limitada. Luego que el rumen se torna funcional, entre 6 y 8 semanas de edad, dependiendo de la dieta, el requerimiento de proteína cruda de los dos sistemas debe ser cubierto (nitrógeno para la fermentación microbiana del retículo rumen y la necesidad pos ruminal por aminoácidos para los tejidos del animal (*Morrison, 1985*).

En condiciones normales las proteínas del rumen dan lugar a la formación de amoniaco. Las bacterias ruminales requieren energía para la síntesis de proteínas a partir del nitrógeno, la cual la obtiene del medio ruminal. La energía presente en el medio ruminal es producto de la glicólisis. Entre las proteínas de significancia en la dieta de los rumiantes, las más importantes son la proteína microbiana y la

protozoárica. Esta última de mayor calidad que la proteína bacteriana pero se producen en cantidades menores (*Maynard, A. 1989*).

El balance adecuado en la relación energía-proteína optimiza el crecimiento microbial y mejora los niveles de producción y la eficiencia de la utilización del alimento de baja calidad. El 80% del aporte de proteína intestinal se origina en la proteína bacteriana del rumen. En términos generales de poco vale racionar el ganado con suplementos forrajeros en época seca si no se le adiciona una fuente de proteína de rápida digestibilidad. De allí el éxito de los productos que satisfacen los requerimientos amoniacaes del rumen de bajo costo, como NNP (urea) (*Maynard, A 1989*).

2.6.2. Carbohidratos.

Las necesidades nutritivas más difíciles de cubrir son las energéticas, de tal manera que el contenido energético de la ración representa habitualmente el primer factor limitante de la productividad de los animales, pues condiciona en gran medida la ingestión, el nivel de producción y el índice de conversión del animal. De ahí que el principal factor que determina el valor nutritivo de un alimento es su contenido en energía utilizable por el animal (*NationalAcademy of Sciences, 1994*).

2.6.3. Energía.

Corresponden a la energía necesaria para cubrir los gastos del metabolismo basal, esto es, las necesidades energéticas para llevar a cabo la síntesis de moléculas grandes a partir de moléculas pequeñas. Además de las necesidades energéticas para mantener el metabolismo basal, los animales también necesitan energía para mantener la temperatura corporal y realizar los movimientos. Aunque el conjunto de estos dos gastos en el caso de animales estabulados suele representar menos del 15% del total de las necesidades energéticas de mantenimiento, ya que los alojamientos protegen suficientemente del frío y los movimientos de los animales son escasos, los gastos asociados al movimiento y a la regulación térmica suelen representar más del 25% de los gastos de mantenimiento en el caso de animales de

compañía con cierta actividad física y en el caso de animales en pastoreo (*NationalAcademy of Sciences, 1994*).

Los animales obtienen la energía que necesitan para cubrir sus necesidades de mantenimiento mediante la oxidación de nutrientes absorbidos en el aparato digestivo, o mediante la oxidación de nutrientes de las reservas corporales (*Maynard, A. 1989*).

La energía contenida en los nutrientes no oxidados para cubrir las necesidades energéticas de mantenimiento se almacena en forma de compuestos químicos que van a formar las estructuras corporales y los productos animales; esto es, las necesidades energéticas de producción representan la energía contenida en las producciones animales (carne, leche, etc.). Debido a que la energía de producción es aquella contenida en los productos animales, las necesidades energéticas de producción se determinan midiendo en una bomba calorimétrica la energía contenida en la carne, la leche y en los huevos (*Maynard, A. 1989*).

Se define el nivel de alimentación como la relación entre la EN total ingerida y la EN necesaria para cubrir las necesidades de mantenimiento; en general, cuanto mayor sea el nivel de alimentación, más energía habrá disponible para acumularse en forma de moléculas químicas de los productos (carne, huevos, leche, fetos), y por tanto mayor será la producción (*NationalAcademy of Sciences, 1994*).

2.6.4. Minerales.

Todo animal incorpora minerales en forma proporcional a sus necesidades para cubrir los requerimientos de mantenimiento, crecimiento y funciones productivas. Los minerales hacen a la estructura ósea, tejido blando, sistema nervioso, digestible e inmunitario. Toman los minerales del follaje y agua ingerido y lo transforman en compuestos de mayor digestibilidad y absorción. El exceso es acumulado como reservas en algunos casos o excretada vía orina, heces, sudor y respiración (*Mc Dowell, L. 1997*).

La ingesta, por el rumiante, de minerales en cantidad inferior a los requerimientos o absorbidos desproporcionalmente, y agotadas las reservas corporales, generan pérdida de funcionamiento óptimo con menor crecimiento, cuadros de malestar físico, y pueden ser causales de mortandad. En general los indicios de falta de minerales son: menor parición, ganado más liviano y retrasado, anorexia, "Pica"(come tierra, huesos, piedritas, madera), terneros muertos o débiles al nacer, pelo opaco y descolorido, quebraduras espontáneas, deformaciones, muerte súbita y baja inmunidad ante cualquier parásito o enfermedad (*Mc Dowell, L. 1997*).

2.6.5. Calcio.

El calcio es el mineral más abundante en el cuerpo. El 98% se aloja en la estructura ósea y dentaria. El 2% restante se distribuye en los líquidos extracelulares y tejido blando, cumpliendo funciones vitales de coagulación de sangre, permeabilidad de membranas celulares, contracción muscular, transmisión de impulsos nerviosos, regulación cardíaca, secreción de ciertas hormonas, estabilización y activación enzimática. Los requerimientos absolutos dependen de factores de estado, edad, peso y etapa de producción (mantenimiento, crecimiento, gestación y lactación). La cantidad de calcio que precisa un bovino normal, depende fundamentalmente de la edad. En animales jóvenes en pleno periodo de formación del esqueleto las necesidades son mucho mayores que en el bovino adulto (*Mc Dowell, L. 1997*).

2.6.6. Fósforo.

El fósforo está relacionado con el calcio en la formación ósea del animal. Viejas teorías indicaban una relación Ca:P de 1,5 :1, ahora desvirtuada por suficientes estudios que indican que la relación puede ser entre 1:1 a 7:1 con performance similar en tanto los requerimientos de fósforo sean satisfechas. El 80% del fósforo corporal se encuentra en huesos y dientes. El saldo conforma parte del tejido blando con funciones de crecimiento celular al participar en el DNA. También mantiene el balance osmótico y el nivel ácido- base intracelular. Fósforo es requerido por los microorganismos ruminales para su crecimiento y metabolismo celular (*Mc Dowell, L. 1997*).

Los requerimientos de fósforo varían según el tipo, función y características del animal en forma compleja y se recomienda usar las tablas N.R.C. cuando corresponda suplementar. El fósforo se absorbe a nivel de intestino delgado según las necesidades estrictamente corporales. Su exceso es excretado, lo que indica que el aumento de suplementación de fósforo por sobre las necesidades corporales es innecesario. Las deficiencias de fósforo son las más generalizadas a nivel mundial, y causantes posibles de inferiores niveles de fertilidad, crecimiento del ternero, eficiencia alimentaria, anorexia, producción láctea y fragilidad ósea (*Morrison, F. 1985*).

2.6.7. Magnesio.

Magnesio es el mineral que activa unas 300 enzimas y es esencial para todos los procesos biosintéticos, que incluye glicolisis, transporte energético intercelular y transmisión de código genético. El 69% del magnesio corporal corresponde a la estructura ósea, 15% en músculo, 15% en tejido blando y 1% en fluido extracelular. Su deficiencia es grave para el rumiante, en especial para la vaca parida produciendo cuadros de Hipomagnesemia (Síndrome de la vaca caída). En animales jóvenes su deficiencia produce excitación, anorexia, salivación profusa y boca con espuma, normalmente confundido por tétano (*Mc Dowell, L. 1997*).

2.6.8. Potasio.

Potasio es el tercer mineral más abundante en el cuerpo animal y catión en fluido intracelular. Este mineral es importante para el balance ácido-base, regulación de la presión osmótica, balance de agua, contracción muscular, transmisión de los impulsos nerviosos, y reactivo de ciertas enzimas. Durante la época de forrajes verdes puede haber exceso pero se reduce drásticamente en la medida que el forraje madura. Es conocida su carencia en períodos de seca. Su deficiencia marginal reduce la ingesta animal y ganancia de peso, con debilidad muscular. Su pelo se pone áspero. El animal genera "PICA". Puede producir endurecimiento de las coyunturas de las patas delanteras (*Mc Dowell, L. 1997*).

2.6.9. Azufre.

El azufre es un componente esencial de metionina, cistina, cisteína, y las vitaminas B (tiamina y biotina) además de varios compuestos orgánicos. Las bacterias ruminales son capaces de sintetizar azufres inorgánicos en orgánicos para su utilización corporal con excepción de tiamina y biotina. Reducciones severas de azufre en la dieta bovina produce anorexia, pérdida de peso, debilidad, apatía, salivación excesiva y finalmente muerte. Deficiencias marginales de azufre reducen la ingesta, digestibilidad y síntesis proteica microbial, con dramática pérdida de flora ruminal (*Mc Dowell, L. 1997*).

2.6.10. Sodio y Cloro.

Estos minerales son de mayor importancia en regiones de excesivo calor ya que son los principales controladores del balance de agua en el cuerpo animal. Las necesidades de ambos macro minerales son mínimas, pero ocurre en la práctica que se utiliza sal (ClNa) como vehículo para el resto de los minerales de poca palatabilidad, aprovechando que el bovino percibe y tiene apetito para el Sodio. Asimismo, al ser tolerada en dosis mayores, se utiliza para evitar los excesos de consumo, comúnmente conocida por "limitante de sal" (*Minson, D. 1990*).

2.6.11. Micro minerales.

Los micro minerales cumplen funciones principalmente inmunológicas, activador de enzimas, antioxidante y sintetizadores de algunas vitaminas. Ocupan mínimo espacio en la ración. Los animales de raza no tienen mayor exigencia puntual por sobre las normales, pero sufren su carencia. El animal bovino requiere además una serie de otros minerales en pequeñas dosis para aplicaciones específicas. Las de mayor importancia son Cobalto (Co), Cobre (Cu), Yodo (I), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Selenio (Se) y Zinc (Zn). Las más nuevas, en muchos casos aún bajo estudio son Flúor (F) Cromo (Cr), Molibdeno (Mo) y Níquel (Ni) (*Mc Dowell, L. 1997*).

2.7. ALIMENTACION Y MANEJO NUTRICIONAL.

Los forrajes para ganado bovino de carne varían mucho tanto en calidad y sabor, como en contenido de elementos nutritivos esenciales. Para ser más eficaz cualquier suplemento debe diseñarse la forma que concuerde con el tipo y la calidad de forraje disponible. El análisis químico de materiales fibrosos es muy útil para determinar sus deficiencias y áreas adecuadas con respecto a la nutrición. Bajo ciertos sistemas de manejo el ganado de carne pasa el invierno tan económicamente cómo es posible, con forrajes de buena calidad y, por lo tanto puede recibir los elementos nutritivos recomendados para el rendimiento óptimo. Sin embargo, cuando se desea un rendimiento máximo (vacas que crían a terneros, crecimiento rápido de terneros, novillos a alimentación completa) se debe tratar de satisfacer o exceder las exigencias nutricionales (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

2.7.1. Engorde del ganado bovino.

Esta fase de producción de carne consiste en alimentar los animales con grano y cantidades limitadas de forraje fibroso hasta llegar al peso para el mercado. El ganado más viejo puede engordarse solamente en pastos o con unos pocos kilos de grano por día o con 60 a 90 días en el corral de engorde recibiendo raciones ricas en grano para mejorar el grado para la venta. Los terneros destetados normalmente se envían directamente al corral de engorde para un programa inicial de 120 a 150 días seguidos de raciones de acabado por 100 a 150 días; los becerros necesitan unos 150 días y los novillos mayores de 100 a 125 días. El consumo del ganado alimentado totalmente con grano es de aproximadamente 1 kg de grano/45kg (2 a 2.5 libras/100 libras) de peso corporal (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

El consumo de forraje fibroso generalmente se limita alrededor de un cuarto a un tercio de la ingestión total de grano, después que el ganado se pone a grano solamente. El ganado que puede escoger raciones mixtas consume alrededor del 3% de su peso corporal diariamente. En el caso de los terneros cuando se administran pastos no leguminosos, se necesita menos de un kilo (1.5 a 2 libras)

de suplemento proteico del 30% al 35% para lograr las mejores ganancias y buenas notas para venta (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

La proporción de grano para el ganado en engorde debe aumentarse gradualmente. El proporcionar demasiado grano inicialmente puede causar acidosis láctica, laminitis, diarrea severa y animales que dejan de comer. Se necesitan unas tres semanas para lograr que los terneros se alimenten completamente con grano; en el ganado más viejo el período es más corto. Las raciones mixtas auto escogidas deben contener por lo menos 50% de fibra, cuando los animales comienzan a alimentarse con estas raciones (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

Los ensilajes de maíz o sorgo son materiales fibrosos de muy buen sabor y el ganado normal de bajo grado puede engordarse principalmente con ensilaje y suplementos proteicos. La alfalfa o el ensilaje de pastos tienen un contenido relativamente elevado de proteínas, caroteno y minerales, pero tiene poca energía disponible, especialmente cuando no se agrega grano o melaza como agente preservativo (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

El heno de alfalfa es una fibra excelente pero puede causar timpanismo en los terneros si se administra como el único agente fibroso, los granos para engorde del ganado bovino tienen aproximadamente el mismo valor relativo, como indica su contenido de agentes nutritivos digeribles totales (NDT). Las fuentes vegetales de proteínas tienen valor igual y pueden reemplazarse parcialmente administrando suplementos comerciales que contienen urea. Estos suplementos se fortifican también con minerales, vitaminas y aditivos alimenticios. Una pequeña cantidad de melaza 0.5 kg (1 libra/cabeza diariamente) puede mejorar las raciones que contienen fibras de baja calidad, como mazorcas de maíz, heno seco o cáscaras de semillas de algodón (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

Se utilizan varias hormonas no alimenticias o suplementos de tipo hormonal para acelerar el aumento en el ganado en engorde, sea como suplementos alimenticios (acetato de melengesterol) o como implantaciones inyectables. El uso de estos agentes, incluso estradiol, zeranol, progesteronas – benzoato de estradiol, propio

nato de testosterona con benzoato de estradiol o acetato de trenbolona, normalmente da lugar a una mejoría apreciable en los aumentos de peso y en la eficiencia alimenticia, pero se deben seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante. Los antibióticos también mejoran los aumentos de peso y la eficiencia alimentaria (*Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

El ganado que recibe monensina y lasalocido, consumen 10% menos de alimentos pero aumenta comparablemente y más eficientemente de peso debido a un aumento en la producción de ácido propiónico en el herbario. Estos agentes pueden ayudar a controlar el timpanismo. La utilidad en diversas maneras de procesar las raciones, como granulación, tostado, descamado y ensilajes de mucha humedad, por lo menos en ciertas situaciones *Merck. Manual de Veterinaria.2007*).

Cuadro 13. Exigencias nutricionales de ganado bovino en crecimiento y acabado (Concentración de agentes nutritivos en materia seca de la dieta).

Peso Kg (libra)	Aumento diario		Ingestión materia seca Kg	Proteínas Totales G	Proteínas Totales %	ENm, Mcal/kg	EN g, Mcal/kg	NDT	EM Mcal/kg	Ca %	P %
	Kg	libra									
Terneros y becerros machos, conformación ósea mediana a grande											
136 (300)	0.45	1.0	3.9	440	11.3	1.19	0.62	56.0	2.03	0.46	0.23
	0.68	1.5	4.1	529	12.9	1.30	0.73	59.5	2.16	0.58	0.27
	0.91	2.0	4.3	628	14.6	1.41	0.84	63.5	2.29	0.70	0.30
	1.13	2.5	4.4	717	16.3	1.54	0.97	67.5	2.45	0.85	0.34
	1.36	3.0	4.3	774	18.0	1.70	1.08	72.0	2.60	0.99	0.39
227 (500)	0.45	1.0	5.8	551	9.5	1.19	0.62	56.0	2.03	0.33	0.19
	0.68	1.5	6.1	634	10.4	1.30	0.73	59.3	2.16	0.39	0.21
	0.91	2.0	6.3	718	11.4	1.41	0.84	63.5	2.29	0.46	0.24
	1.13	2.5	6.4	794	12.4	1.54	0.97	67.5	2.45	0.55	0.25
	1.36	3.0	6.4	858	13.4	1.70	1.08	72.0	2.60	0.63	0.28
318 (700)	0.45	1.0	7.4	636	8.6	1.19	0.62	56.0	2.03	0.27	0.19
	0.68	1.5	7.8	718	9.2	1.30	0.73	59.5	2.16	0.31	0.19
	0.91	2.0	8.1	794	9.8	1.41	0.84	63.5	2.29	0.36	0.21
	1.13	2.5	8.2	861	10.5	1.54	0.97	67.5	2.45	0.40	0.22
	1.36	3.0	8.2	910	11.1	1.70	1.08	72.0	2.60	0.45	0.23
408 (900)	0.45	1.0	9.0	720	8.0	1.19	0.62	56.0	2.03	0.23	0.18
	0.68	1.5	9.4	799	8.5	1.30	0.73	59.5	2.16	0.27	0.18
	0.91	2.0	9.7	863	8.9	1.41	0.84	65.5	2.29	0.29	0.20
	1.13	2.5	9.9	921	9.3	1.54	0.97	67.5	2.45	0.31	0.20
	1.36	3.0	9.8	960	9.8	1.70	1.08	72.0	2.60	0.36	0.21
500 (1100)	0.45	1.0	10.5	809	7.7	1.19	0.62	56.0	2.03	0.21	0.18
	0.68	1.5	10.9	872	8.0	1.30	0.73	59.5	2.16	0.23	0.18
	0.91	2.0	11.3	938	8.3	1.41	0.84	63.5	2.29	0.25	0.18
	1.13	2.5	11.5	978	8.5	1.54	0.97	67.5	2.45	0.26	0.18
	1.36	3.0	11.5	1024	8.9	1.70	1.08	72.0	2.60	0.29	0.19
Terneros y vaquillas de un año, conformación ósea mediana a grande											
136 (300)	0.45	1.0	3.8	429	11.3	1.28	0.71	59.0	2.16	0.45	0.24
	0.68	1.5	4.0	520	13.0	1.43	0.86	64.0	2.31	0.58	0.25
	0.91	2.0	4.0	584	14.6	1.63	1.01	69.5	2.51	0.69	0.30
227 (500)	0.45	1.0	5.6	526	9.4	1.28	0.71	59.0	2.16	0.30	0.20
	0.68	1.5	5.9	608	10.3	1.43	0.86	64.0	2.31	0.38	0.20
	0.91	2.0	5.9	661	11.2	1.63	1.01	69.5	2.51	0.44	0.24
318 (700)	0.45	1.0	7.2	594	8.5	1.28	0.71	59.0	2.16	0.25	0.18
	0.68	1.5	7.5	675	9.0	1.43	0.86	64.0	2.31	0.29	0.19
	0.91	2.0	7.6	730	9.6	1.63	1.01	69.5	2.51	0.33	0.20
408 (900)	0.45	1.0	8.7	687	7.9	1.28	0.71	59.0	2.16	0.22	0.18
	0.68	1.5	9.1	746	8.1	1.43	0.86	64.0	2.31	0.23	0.18
	0.91	2.0	9.2	791	8.6	1.63	1.01	69.5	2.51	0.26	0.18

* La concentración de vitamina A en todas las dietas para engorde de becerros y vaquilla es 2200 UI/kg de dieta seca.

Proteína total o pura; ENm, energía neta para mantenimiento; EN g, energía neta para ganancia; EM. Energía metabolizable..

Adaptado, con permiso de Nutrient Requirements of Beef Cattle, 1984, Academia Nacional de Ciencias. Publicado por National Academy Press, Washington. DC.

2.8. PASTO BRAQUIARA (*Brachiaria decumbens*).

Gramínea perenne originaria del Este del África Tropical, muy difundida en la selva baja y alta de la amazonia ecuatoriana. De crecimiento rastrero, con estolones largos cuyos nudos al estar en contacto con el suelo, emiten raicillas

dando origen a una nueva planta. Sus tallos son postrados y semi erectos frondosos que forman una buena cobertura; la altura esta entre 50 y 70 cm, sus hojas son lanceoladas de color verde brillante de 15 a 20 cm de largo y 8 a 10 mm de ancho, y la inflorescencia es una panícula con tres a cinco racimos ramificados (*Cuesta, P. y Pérez, R. 1987*).

2.8.1. Generalidades.

Esta gramínea, es originaria del África, tiene un amplio rango de adaptación, desde el nivel del mar hasta 2200msnm. Es resistente a las sequías y las quemas. Soporta bien las condiciones de acidez del suelo, altos niveles de saturación de hierro y aluminio (<http://www.tropicalforages.info>. 2010).

Se emplean exclusivamente en pastoreo, preferentemente con animales adultos pues pueden producir signos de foto sensibilización en animales jóvenes. Es un pasto rastrero y estolonifero, nativo de África tropical que constituye una buena cubierta en las regiones más húmedas (<http://www.tropicalforages.info>. 2010).

2.8.2. Importancia, evolución y adaptación.

El potencial forrajero del género Brachiaria se reconoció por primera vez hace cerca de 40 años en Australia sólo en los últimos 20 a 25 años, cuando se sembró en América tropical, se percibió el gran impacto que puede tener. En Brasil en 70 millones de hectáreas se incrementó la productividad entre 5-10 veces con respecto a la sabana nativa. Sin embargo, las pasturas se degradan en pocos años debido a problemas de acidez y deficiencias de N y P. Pero se han identificado ecotipos de Brachiaria adaptados a suelos ácidos y B. decumbens se califica como altamente resistente a Al. Se comporta bien en zonas localizadas desde el nivel del mar hasta los 2200 msnm con temperaturas de 20 a 25 °C y precipitación de 1000 a 4000 mm, persiste en suelos rojos, ácidos y de baja fertilidad, resiste a la sequía no muy prolongada y a la quema. En nuestro medio se lo encuentra distribuido en las Provincias de Napo, Sucumbíos y Orellana, zonas que van desde los 250 a 300 msnm, y en Morona Santiago y Pastaza que están ubicadas a 800 y 950 msnm. (<http://www.sementesoesp.com.br>. 2010).

Se comporta bien en zonas localizadas desde el nivel del mar hasta los 2200 msnm con temperaturas de 20 a 25 °C y precipitación de 1000 a 4000 mm, persiste en suelos rojos, ácidos y de baja fertilidad, resiste a la sequía no muy prolongada y a la quema. En nuestro medio se lo encuentra distribuido en las Provincias de Napo, Sucumbíos y Orellana, zonas que van desde los 250 a 300 msnm, y en Morona Santiago y Pastaza que están ubicadas a 800 y 950 msnm (<http://www.sementesoesp.com.br>. 2010).

2.8.3. Características principales.

Es un pasto estolonífero decumbente de mediana resistencia a la sequía y pisoteo. Mediana exigencia de fertilidad de suelo. Los potreros se establecen entre 90 y 120 días. Produce entre 7 y 8% de proteína bruta y entre 9-11 Tn de materia seca. Es recomendable para explotaciones de levante (machos y hembras). Es una gramínea perenne que crece en forma de erectos y densos manojos, sus hojas pueden llegar a medir 35 cm de largo por 2 cm de ancho, son vellosas, de color verde intenso y muy brillante. Tiene bordes duros y cortantes. Se debe manejar con 28 días de descanso, y una carga animal de 2 a 4 unidades animales por hectárea (<http://mundo-pecuario.com>. 2010).

Cuadro 14. Características del Pasto Brachiaria decumbens.

Nombre Botánico: Brachiariadecumbens	
Nombre Común	Decumbens
Producción de Forraje	10/15 Tns. /ha/ año
Ciclo de Vida –Fenología	Días
Tiempo de Formación:	90 a 100 días
Primer Pastoreo:	90 días
Altura del corte:	30 cm
Características Agronómicas	
Hojas dimensiones en cm	Hasta 130 de largo y de 2,0 a 2,6 cm de ancho
Tipo de crecimiento	Perene
Formación de crecimiento	Decumbente
Adaptación	
Suelo	Suelos de media y baja fertilidad, soporta el verano por tener un sistema radicular profundo y bien ramificado. Soporta suelos con mal drenaje pero no el encharcamiento permanente
Altitud	Hasta 2000 masm
Precipitación	Arriba de 1000 mm/Año
Tolerancia	Sequia: AltaFrio: Mediana Humedad: BajaSalivazo: Baja
Uso	
Pastoreo	Directo
Henacion	Heno
Ensilaje	No
Abono Verde	No
Componentes de rendimiento	
Materia Seca/año	10 Ton
Proteína Bruta Materia Seca	7/9 %
Digestibilidad in vitro en la materia seca	50/60%
Palatabilidad	Buena

Fuente: <http://mundo-pecuario.com>. 2010.

2.8.4. Adaptación.

Se comporta bien en zona localizadas desde el nivel del mar hasta los 1000 m con temperaturas de 20° a 25°c y precipitación de 1000 a 4000 mm, persiste en suelos rojos, ácidos y de baja fertilidad, resiste la sequía no muy prolongada y la quema. En nuestro medio se lo encuentra distribuido en toda la zona tropical, zonas que van de los 250 a 300 metros sobre el nivel del mar (*González, R. y Caballero, H. 1989*).

Este pasto puede reemplazar un 50% a las especies tradicionales tales como; Gramalote (Axonopusscoparius), Saboya (Panicummaximun), Elefante (Pannisetumpurpleum), Guatemala (Tripsacumlaxum), en la selva baja y alta comprendida entre los 250 y 800 metros de altitud (*González, R. y Caballero, H. 1989*).

2.8.5. Resistencia a plagas y enfermedades.

Su crecimiento estolonifero rastrero, da lugar a la formación de un clima favorable para ser atacado durante casi todo el año por el Aneolamiasp. "salivazo", observándose marchitamiento completo de las hojas, cuando la incidencia de la plaga es alta, pudiendo confundirse con una deficiencia mineral. Una buena práctica de control consiste en introducir una carga animal alta a la pradera con la finalidad de que consuma en el menor tiempo todo el forraje disponible y permitir la penetración de los rayos solares, el propósito de distribuir el hábitat y romper el ciclo biológico del insecto. Se ha encontrado la presencia de esta plaga es un 15 al 30% de la pradera. Hasta el momento en las explotaciones ganaderas donde se encuentra esta especie no se ha detectado signos característicos ocasionados por enfermedades (*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 1991*).

2.8.6. Producción de forraje.

Bajo condiciones naturales y en suelos de mediana fertilidad, puede producir 18 Tn/ha de forraje seco, equivalente a 90 Tn/ha de forraje verde al año. Con aplicaciones de 25 kg/ha de nitrógeno después de cada corte o pastoreo (cada 6 a 8 semanas) y 50 kg/ha de P₂O y K₂O cada año, se pueden alcanzar niveles de producción cercanos a las 25 Tn/ha de MS/año, alrededor de 125 Tn/ha de FV/ha/año (*Salamanca, S. 1983*).

El rendimiento forrajero registrado a través de las evaluaciones realizadas en distintas localidades del país, han reportados valores promedios de 13.235, 19.875, 18.935 y 24.733 Kg de materia seca/ha/año, en el periodo de máxima precipitación en frecuencias de corte de 3, 6, 9 y 12 semanas, respectivamente. En cambio, para la época de menor lluvia se registraron producciones de 19.320,

14.152, 17.585 y 18.699 kg de materia seca/ha/año (*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 1991*).

Cuadro 15. Rendimiento de Materia Seca (kg/ha/año), del Brachiaria decumbens en dos localidades de la Amazonia ecuatoriana.

Localidades	Periodo de lluvia	Frecuencia de corte (semanas)			
		3	6	9	12
Payamino / 84	Maxima	15.640	25.347	26.750	33.658
	Minima	10.858	9.761	22.133	16.460
Payamino / 85	Maxima	13.642	21.924	20.590	24.312
	Minima	14.146	16.347	13.183	20.434
Palora / 91	Maxima	10.423	12.354	9.466	16.228
	Minima	32.956	16.347	17.440	19.204
Promedio	Maxima	13.235	19.875	18.935	24.733
	Minima	19.320	14.152	17.585	18.699

Fuente. Programa de Ganaderia Bovina y Pastos E.E. Napo-Payamino. INIAP 1991.

2.8.7. Valor nutritivo.

En estado de prefloración, esta gramínea tiene buena aceptación por los bovinos. Preferentemente es pastoreado por el ganado lechero de la zona, su valor nutritivo disminuye a medida que aumenta la edad. Así, el contenido de proteína cruda fluctúa de 12% a los 21 días a 9% a las 12 semanas, dependiendo de la edad de la planta y el nivel de fertilidad del suelo (*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 1991*).

Cuadro 16. Contenido de Proteína cruda, fósforo y digestibilidad in vitro de la Materia Seca de Brachiaria decumbens.

Variable	Frecuencia de corte (semanas)			
	3	6	9	12
Proteína cruda %	12.35	12.70	10.62	9.32
Fosforo %	0.22	0.20	0.18	0.15
Digestibilidad in vitro	50.63	48.11	44.46	38.50

Fuente. Programa de Ganaderia Bovina y Pastos E.E. Napo-Payamino. INIAP 1991.

2.8.8. Siembra.

Debido al bajo poder germinativo de la semilla sexual y a la dificultad de conseguir la misma que tenga buena calidad, el establecimiento de este pasto en la zona se realiza por material vegetativo, mediante el uso de cepas o estelones. La siembra vegetativa se puede realizar a distancias de 50 x 50 cm obteniéndose un rápido establecimiento. A distancia de 80 x 80 cm, el cubrimiento del área es más lento, siendo necesario practicar controles de maleza en los primeros estados de crecimiento. Con las distancias indicadas, el pastizal requerirá de 150 a 180 días para recibir a los animales y cuando a cubierto completamente el área compite favorablemente con las malezas de porte bajo (*Caballero, H. y Anzules, A. 1992*).

2.8.9. Asociación con leguminosas.

Una forma de mejorar la calidad y cantidad de forraje producido por unidad de área, es la incorporación o asociación con leguminosas de crecimiento no muy agresivo. Al respecto, en el medio se han evaluado introducciones con el fin de seleccionar las más sobresalientes por su adaptación y rendimiento, pudiendo nombrarse las siguientes: *Arachispintoi* y *Desmodiumheterophyllum*. Una buena asociación se obtiene sembrando las leguminosas en franjas de un metro de ancho separada cada 4 o 5 m entre franjas. La cantidad de semilla pura puede variar de 8 a 10 kg/ha. Con respecto al maní forrajero (*Arachispintoi*) y por su complejidad en obtener semilla sexual, la siembra se realiza con material vegetativo, plantando cada estolón de 20 a 30 cm en cuadro, por lo que se requiere 6 a 8 metro cúbicos/ha (*Rolando, A. 1992*).

2.8.10. Manejo de la pradera.

En época de máxima precipitación se recomienda pastorear a los 35 a 45 días después del rebrote en el que el forraje tiene alto contenido de proteína cruda y buena aceptación por el ganado. En periodos de mínima precipitación, por ser una especie no muy tolerante a la sequía, requiere un tiempo de descanso más amplio, recomendándose pastoreos cada 50 a 60 días. Con esas frecuencias de descanso se

logra una mayor persistencia de la especie. En un sistema de pastoreo rotacional, se espera que la pradera soporte de 0.8 a 1.8 UBA/ha/año (*Rolando, A. 1992*).

2.9. CONTENIDO RUMINAL.

El contenido ruminal es un producto obtenido de la matanza del ganado y representa el alimento ingerido por los animales poligástricos que es desechado al momento del sacrificio. Es una mezcla de material no digerido que tiene la consistencia de una papilla, con un color amarillo verdoso y un olor característico muy intenso cuando está fresco (*Trillos, et. al. 2007*).

El rumen es un ecosistema anaeróbico que presenta características muy particulares de pH, temperatura y una inmensa población de microorganismos como protozoos, hongos y bacterias que están en simbiosis con el animal hospedero. En la medida en que el hombre pueda manipular estos microorganismos, se hará de los hospederos animales más eficientes y se logrará una mejor respuesta a técnicas deficientes de alimentación (*Botero, 1998*).

En este ecosistema los microorganismos endosimbioses transforman los diferentes alimentos ingeridos por el rumiante, en ácidos grasos volátiles y proteína microbiana utilizable para la nutrición y producción del hospedador. El amonio constituye la principal fuente para la síntesis de proteína microbiana entre un 50% y 70% del total. Siendo mayor el crecimiento bacteriano cuando se incorporan péptidos y aminoácidos en la dieta (*Baldwin y Allison, 1983*).

La región dorsal del rumen posee más materia seca, 14-18%, que la región ventral que tiene entre 6-9%. La temperatura se mantiene entre 38-42°C, el pH ruminal 6.2-6.8 (Febel y Feteke, 1996; Van Soest, 1994) y la cantidad de gases son 6 aproximadamente: CO₂: 65%, CH₄: 27%, N₂: 7%, O₂: 0.6%, H₂: 0.2%, H₂S: 0.01% (*Yokoyama y Ka, 1993*).

2.9.1. Movimientos de los pre estómagos de los rumiantes.

Los movimientos del estómago de los rumiantes son muy complejos y suponen una serie de contracciones que determinan cambios en la presión interna. Los

cambios de presión obligan a circular a los alimentos ingeridos a través de retículo– rumen y llevarlo hasta el omaso. El contenido del rumen se mezcla continuamente por las contracciones de sus paredes. Por la contracción adicional del retículo y el diafragma, los alimentos son llevados del rumen al esófago y el bolo formado es regurgitado hasta la boca mediante movimientos antiperistálticos rápidos del esófago (**Bondi, A. 1989**).

2.9.2. Degradación microbiana de los alimentos en el retículo – rumen.

La degradación química de los alimentos en el retículo – rumen se realiza por las enzimas segregadas por los microorganismos y no por el animal. La importancia de la digestión microbiana que tienen lugar en el rumen viene indicada por el hecho de que el 70 – 85% de la materia seca digestible es degradada por los microorganismos con producción de ácidos grasos volátiles, dióxido de carbono, metano, amoníaco, y células microbianas. Los principales carbohidratos de la ración de los rumiantes, como la celulosa y el almidón y la mayor parte de las proteínas, son degradados por la actividad microbiana. El retículo – rumen permite un sistema de cultivo continuo para los microorganismos anaerobios. Para mantener las funciones normales para el crecimiento microbiano, la constancia de las condiciones del rumen se logra del modo siguiente. Existe un flujo relativamente constante de alimentos que proporcionan un aporte continuo de sustrato para los microorganismos. El pH del rumen se mantiene a 6 – 7 por alta capacidad tampón de la saliva y la eliminación de productos de fermentación como los ácidos grasos volátiles y el amoníaco por absorción a través de la pared del rumen, hasta la sangre. La presión osmótica permanece dentro de los límites necesarios por el flujo de iones entre el contenido del rumen y la sangre. Por último, la temperatura del rumen se mantiene a 38-42°C por los mecanismos reguladores de la temperatura animal por lo que las actividades microbianas en el retículo- rumen se logra fundamentalmente, por las bacterias y protozoos anaerobios estrictos y en menor grado por ciertos hongos que se han adaptado a este ambiente (**Bondi, A. (1989)**).

2.9.3. Fermentación ruminal.

El proceso metabólico de fermentación ruminal, realizado por la flora y la fauna del sector gástrico anterior del digestivo del bovino se representa de la siguiente forma:

Ecuación 1 Glucosa + Peptido



Ecuación 2 Glucosa + NH₃ = Bacterias + CO₂ + CH₄ + AGV (*Van, S. 1994*).

En las dos ecuaciones se puede observar que unos productos se reducen (toman H⁺) y otros se oxidan (captan O₂). La fermentación es un proceso de óxido-reducción (redox). Estas ecuaciones dan idea de lo producido para beneficio del hospedero: proteína bacteriana, ácidos grasos volátiles (AGV) y ciertos productos no aprovechables, entre los cuales se encuentran los gases metano (CH₄), carbónico (CO₂) y amoníaco (NH₃) (*Tamayo, C. 2007*).

Tomando como punto de partida un medio ambiente ruminal en condiciones adecuadas, se detallan los productos formados, partiendo del trabajo bacteriano sobre los sustratos aportados con la ración. Las bacterias proteolíticas atacan los aminoácidos, péptidos, proteína, nitrógeno no proteico (NNP) y urea de la saliva en casos de deficiencia de elementos nitrogenados, para obtener su propia energía, liberando como producto de desecho NH₃; las bacterias Gram positivas lo producen hasta 20 veces más rápido (*Forbes y France, 1993*).

Las amilolíticas desdoblan los carbohidratos solubles obteniendo energía en forma de ATP para su multiplicación y crecimiento, liberando glucosa como producto final; por último las bacterias celulíticas aprovechan el NH₃ y la glucosa para la multiplicación de nuevas generaciones bacterianas que pasan al abomaso y al intestino delgado como proteína bacteriana; allí es atacada por las enzimas producidas liberando aminoácidos y péptidos que son absorbidos, y por la circulación llegan al hígado donde se forma la proteína aprovechable por el animal hospedero; además desde allí se reparte a los diferentes sistemas

orgánicos, incluyendo la glándula mamaria, donde se forma la proteína láctea (*Forbes y France, 1993*).

2.9.4. Composición del contenido ruminal.

El contenido del rumen y retículo es de aproximadamente 4-6 Kg en los ovinos y de 30-60Kg en los bovinos. El alimento y los productos de la fermentación se acomodan en tres capas dependiendo de su gravedad específica:

- **Capa gaseosa.** Se localiza en la parte superior y en ella se encuentran los gases producidos durante la fermentación de los alimentos.
- **Capa sólida.** Está formada principalmente por alimento y microorganismos flotantes. El alimento consumido más recientemente, por ejemplo el día de hoy, se establece en la parte superior de esta capa, debido a que posee partículas de gran tamaño (1-2 cm), las cuales atrapan a los gases producidos. El alimento consumido con más anterioridad, por ejemplo ayer, se localiza al fondo de la capa sólida, debido a que ya fue fermentado suficiente y se redujo su tamaño (2-3 mm), en este momento puede ser captado por el retículo y salir a través del orificio retículo-omasal (*Díaz, A. 2003*).
- **Capa líquida.** Se localiza ventralmente y contiene líquido con pequeñas partículas de alimento y microorganismos suspendidos. El flujo de material sólido a través del rumen es bastante lento y depende de su tamaño y densidad, los alimentos con una buena digestibilidad pueden tardar alrededor de 30 horas. Durante la fermentación, las partículas grandes de alimento se reducen constantemente a partículas más pequeñas y los microorganismos proliferan durante el sacrificio y el procesamiento de los animales, sangre, cuero o piel, intestinos y órganos internos son removidos es por ello que durante el proceso de sacrificio tenemos una gran variedad de productos secundarios y de desecho que se hacen disponibles como: estiércol, contenidos de rumen e intestinos; productos comestibles como sangre e hígado; productos no comestibles como pelo, huesos y plumas;

grasa recuperada proveniente de las aguas servidas. De ellos el contenido del rumen es uno de los productos secundarios y de desecho que muy poco se ha utilizado en la alimentación animal pero que puede ser de un gran aporte según el análisis bromatológico que se detalla en el cuadro 18. (Díaz, A. 2003).

Cuadro 17. Análisis bromatológico del contenido ruminal.

Desecho	Humedad%	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Ceniza %
Contenido ruminal	85.00	9.60	2.84	27.06	--

Fuente: www.fao.org/ag/AGA/AGAP/frg 1994.

2.9.5. Uso del contenido ruminal en la alimentación animal.

En los últimos años ha tenido gran auge la búsqueda de nuevas fuentes de alimentación no convencionales para la alimentación del ganado, que a su vez no ofrezcan una competencia alimentaria con el humano, dentro de estas se encuentran los subproductos de origen animal como el uso del contenido ruminal pues en el rumen se encuentra una cantidad elevada de alimentos no digeridos que se calcula es alrededor de 3.5 kg. de materia seca y existen grandes cantidades de este subproducto, las cuales son desaprovechadas en su totalidad vertiéndose en los basureros municipales. Por lo que ha motivado el interés de desarrollar algunos trabajos de investigación tendientes a determinar la posibilidad de su empleo en la alimentación inicialmente en ovinos cuyos resultados han demostrado que este subproducto puede ser incluido, junto con otros ingredientes, hasta el 30% de la ración total, resultando esto favorable por ser un alimento de bajo costo (Domínguez, J. 2002).

2.10. BLOQUES NUTRICIONALES.

La elaboración de bloques nutricionales a partir de ingredientes portadores de energía, proteína y minerales que incrementa la calidad de las pasturas, aumenta la digestibilidad del material y disminuye los costos de suplementación hasta un 60%. Adicionalmente la actividad bacteriana del rumen se multiplica y se

incrementa la proliferación de microorganismos celulíticos y la producción de proteína microbial, lo cual, mejora el comportamiento de los animales en reproducción, ganancia de peso vivo y conversión alimenticia (*Gutiérrez, E. 2009*).

2.10.1. Problema a resolver con los suplementos y los bloques nutricionales.

- Baja calidad del forraje durante el periodo de sequía.
Bajo contenido de proteína de los esquilmos.
- Dificultad para lograr un adecuado aprovechamiento y altos costos de los suplementos alimenticios.
- Bajos rendimientos de carne y leche.
- Bajas tasa de fertilidad.

2.10.2. Recomendaciones para uso de bloques nutricionales.

Para la elaboración de estos bloques nutricionales se pueden utilizar granos de cereal.

- 12%, (Maíz, sorgo, arroz).
- 40%, melaza de caña urea agrícola.
- 10%, sal común.
- 3%, minerales traza.
- 2%, calhidra o cemento.
- 10% (solidificante), fuentes de proteína verdadera.
- 15% (soya, harina de pescado, canola, harinolina, harina de carne, etc.) y esquilmos.
- 8%. (frutos y provechos que se sacan de las haciendas y ganados. de pasturas henificadas.

Un bloque nutricional elaborado con la fórmula propuesta contiene alrededor del 50% de proteína; para prevenir que el efecto del tratamiento por nitrógeno no proteico pueda manifestarse en problemas tóxicos para los animales, se recomienda que el consumo por animal no sea mayor de 500 g. por día, así

también deben reposarse de 7 a 10 días después de su elaboración para un buen fraguado. Debe utilizarse como un suplemento en animales bien alimentados. Se recomienda colocar los bloques nutricionales preferentemente en potreros con abundancia de forraje (*Gutiérrez, E. 2009*).

Ámbito de aplicación.

Su ámbito de aplicación es para todo el trópico seco. La recomendación se circunscribe a las áreas de temporal con siembras de cultivos agrícolas y en los esquilmos de las zonas de riego. (*Gutiérrez, E. 2009*).

2.10.3. Resultados obtenidos.

Con la utilización de bloques nutricionales se esperan los siguientes beneficios:

- Se reduce el tiempo dedicado a la suplementación.
- Permite inducir el pastoreo en áreas donde comúnmente el ganado no pastorea.
- Se mejora la calidad del forraje al incrementar la digestibilidad hasta en un 12% y el contenido de proteína cruda en más del doble.
- Se bajan los costos por este concepto hasta en un 150%.
- Se logra un mejor aprovechamiento de los esquilmos de pastoreo al incrementar por efecto del nitrógeno la actividad bacteriana.
- Se Reducen los costos de producción de leche por el concepto de alimentación hasta en un 40%.
- Se logran ganancias hasta de 1 kg/animal/día.
- Se incrementan los pesos de los becerros al destete en un 32%.
- Se equilibran en cantidad y calidad del forraje disponible para los animales en el trópico seco.

2.10.4. Formula.

- Urea 6 kilos.
- Sal de mar 2 kilos.
- Melaza 25 kilos.
- Harina de yuca o maíz 5 kilos.

- Harina o sema de arroz 30 kilos.
- Agua 2 kilos.
- Premezcla mineral 2 kilos.
- Cemento 5 kilos.
- Cal 1 kilo (*Gutiérrez, E. 2009*).

2.10.5. Preparación.

La urea con la melaza y el agua buscando una mezcla homogénea otro núcleo con las harinas y los minerales por último los compact antes cemento y cal (*Gutiérrez, E. 2009*).

Al mezclar primero van las harinas luego los compact antes y por último la mezcla de la melaza preferiblemente algo tibia (la colocas en el sol) vierte esta mezcla en moldes y prensa o pisas, deja que reaccione para que seque o endurezca y a las 48 horas puedes utilizarlos (*Gutiérrez, E. 2009*).

2.10.6. Empacado y sellado

Una vez secado se procede al empaque, teniendo en cuenta que no le quede aire, preferiblemente empacado al vacío, se coloca el sello especificando los contenidos nutricionales, fecha de elaboración, fecha de vencimiento y algunas recomendaciones (*Gutiérrez, E. 2009*).

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación se llevó a cabo en la Hacienda La Providencia, San José del Tambo, Provincia de Bolívar.

3.2. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.

País : Ecuador
Provincia : Bolívar
Cantón : Chillanes
Parroquia : San José del Tambo
Sector : La Providencia

3.3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y CLIMÁTICA.

Cuadro 18. Condiciones meteorológicas y climáticas, Hacienda la Providencia.

INDICADOR	VALOR
Altitud	300 msnm
Latitud	01°56'0" S
Longitud	79°11'0" W
Humedad relativa promedio anual	84%
Precipitación promedio anual	2000 mm
Temperatura mínima promedio anual	11° C
Temperatura media anual	18° C
Temperatura máxima promedio anual	20° C

Fuente: GADM de Chillanes. 2010.

3.4. ZONA DE VIDA.

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida de Holdridge, L. El sitio corresponde a la formación de bosque húmedo Templado Cálido (bhTC).

La zona agroecológica en estudio tiene exuberantes montañas, tierras bajas y bosques verdes que proporcionan maderas de diferentes tipos. La explotación agrícola y pecuaria en San José del Tambo es intensa, con limitaciones en el manejo y aplicación de las Buenas Prácticas Pecuarias.

El Tambo pertenece a una zona climática denominada tropical monzónica. Durante el verano el clima es seco y la temperatura fresca. El invierno muy lluvioso y caluroso. La región está dentro de la subregión cálida húmeda. Con temperatura media de 18° C y con una precipitación promedio anual de 2000 mm, pero mal distribuida, en parte por el cambio climático.

El sistema de producción más relevante es la producción agropecuaria predomina la ganadería bovina de carne, con una alta proporción de ganado criollo, pero genéticamente adaptado a las condiciones agro-ecológicas de la zona, el incremento y mejora de las pasturas, han contribuido positivamente a la producción ganadera.

3.5. MATERIALES Y EQUIPOS.

3.5.1. Materiales experimentales.

- 40 toretes mestizos, con un peso vivo aproximado de 200 Kg/animal.
- Niveles de contenido ruminal: 0%; 10%; 20% y 30% en bloques nutricionales.
- Lotes de pasto Braquiaria (*Braquiaria decumbens*).

3.5.2. Materiales de campo.

- Agentes de limpieza y desinfección
- Equipos para limpieza (pala, escoba, baldes, cal, botas, bomba de mochila, carretilla, etc.

- 40 aretes plásticos para identificación.
- Equipo de trabajo: Overol, botas, guantes, y gafas.
- Comederos y bebederos.
- Cinta bovinométrica.
- Bloques nutricionales.
- Medicina veterinaria (Ivermectina, Cipermetrina, y Vitaminas).

3.5.3. Instalaciones.

- Corrales.
- Potreros.

3.5.4. Materiales de oficina.

- Papel boom A4.
- Registros (peso inicial, peso final, ganancia de peso, consumo de alimento).
- Internet (computadora, impresora, copiadora, pen drive).
- Libros, manuales y textos de referencia.
- Cámara fotográfica.

3.6. MÉTODOLÓGIA.

3.6.1. Factor en estudio.

Para la ejecución de la presente investigación se utilizaron 40 toretes mestizos, con un peso vivo promedio de 200 Kg/animal, con dos años de edad aproximadamente.

3.6.2. Tratamientos.

Se evaluaron 4 tratamientos según el siguiente detalle:

- T1. Testigo. consumo de forraje.
- T2. Contenido ruminal 10% en el bloque nutricional. Más consumo de forraje.
- T3. Contenido ruminal 20% en el bloque nutricional. Más consumo de forraje.

- T4. Contenido ruminal 30% en el bloque nutricional. Más consumo de forraje.

La unidad experimental en estudio fue cada torete, con 10 animales por tratamiento.

3.6.3. Esquema del experimento.

En el siguiente cuadro se detalla el esquema del experimento, que se utilizó en la realización de la presente investigación.

Cuadro 19. Esquema del experimento.

Tratamiento No.	Descripción Pasto (Forraje) + Contenido Ruminal	T.U.E*	Nº animales/ Tratamiento
T1	Pasto	10	10
T2	Pasto + Bloque nutricional 10%	10	10
T3	Pasto + Bloque nutricional 20%	10	10
T4	Pasto y Forraje + Bloque nutricional 30%	10	10
TOTAL DE ANIMALES (TORETES).			40

Fuente: *Total Unidades Experimentales.

3.6.4. Características del experimento.

Numero de tratamientos:	4
Tamaño de la unidad experimental:	1 animal
Número de animales por tratamiento:	10 animales
Número total de animales (toretos):	40 animales

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y FUNCIONAL.

Los resultados experimentales obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA: DCA), según el siguiente detalle:

Cuadro 20. Análisis ADEVA-DCA.

Fuentes de variación	Grados de libertad	CME*
Tratamientos (t-1)	3	$\int e^2 + 10 \theta^2 t$
E. Experimental t(r-1)	36	$\int e^2$
Total (t * r) - 1	39	

*Cuadrados Medios Esperados. Modelo Fijo. Tratamientos Seleccionados por el Investigador.

- Prueba de Tukey al 5% en las variables que el Fisher calculado sea significativo (Fisher Protegido).
- Tendencias poli nominales para niveles de Contenido ruminal.
- Análisis de correlación y regresión lineal.
- Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP).

Se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) con 4 tratamientos y 10 animales (repeticiones), con un total de 40 unidades experimentales.

Modelo matemático del DCA:

$$X_{ij} = \mu + T_i + E_{Exp.ij}$$

Dónde:

X_{ij}= Una observación cualquiera.

μ= Media poblacional o general.

T_i= Efecto de los tratamientos.

E_{Exp.ij}= Efecto del error experimental.

3.8. COMPOSICION DEL BLOQUE NUTRICIONAL.

Los bloques nutricionales, se formularon de acuerdo a los requerimientos nutricionales para la fase de ganado de engorde, como complemento de la alimentación normal en pastoreo directo, con el objetivo de incrementar la producción y el beneficio económico en una ganadería de carne tecnificada de acuerdo a las recomendaciones de manejo y control sanitario, mismas que contienen altos niveles de energía, proteína, fibra, calcio, fósforo, etc., sometidos a diferentes niveles de Contenido Ruminal: 0%; 10%; 20% y 30% para la alimentación complementaria del ganado de engorde.

Cuadro 21. Componentes del bloque nutricional.

INGREDIENTES	CANTIDAD/TRATAMIENTO EN KG			
	T1: 0% Testigo	T2: 10%	T3: 20%	T4: 30%
Melaza	Alimentación con pasto	8	8	8
Cal		4.5	4.5	4.5
Urea		4.5	4.5	4.5
Premezcla		2	2	2
Salvado de arroz		8	8	8
TOTAL		27	27	27
Contenido ruminal %	0	10	20	30
Total de Contenido ruminal	0	3.4 Kg.	6.8 Kg.	10.2 Kg

Fuente: Registro de Campo. 2014.

3.9. APOORTE NUTRICIONAL CALCULADO.

El cuadro explica el aporte nutricional calculado con el porcentaje respectivo del bloque nutricional con contenido ruminal y pasto Braquiaria, (*Braquiaria decumbes*), mismo que fue ajustado a las necesidades nutritivas.

Cuadro 22. Análisis nutricional proximal del contenido ruminal. 2014.

Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %	Materia Seca%	Carbohidratos %
10.06	12.24	9.52	3.09	21.95	65.09

Fuente: SAQMIC. 2014.

Cuadro 23. Análisis nutricional proximal del pasto Braquiaria (*Brachiaría decumbens*). 2014.

Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %	Materia Seca%	Carbohidratos %
9.36	9.33	6.66	4.67	25.86	69.98

Fuente: SAQMIC. 2014.

3.10. VARIABLES EXPERIMENTALES.

En la presente investigación se evaluaron las siguientes variables:

- Peso inicial en kg.
- Peso quincenal en kg.

- Peso final en kg.
- Ganancia de peso quincenal en kg.
- Ganancia total de peso en kg.
- Consumo total de bloque nutricional en kg.
- Consumo total de Biomasa (materia verde o pasto) en kg.
- Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP).

3.11. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

Para el desarrollo de la investigación se efectuaron las siguientes actividades más relevantes:

3.11.1. Selección de toretes.

El experimento se inició seleccionando 40 toretes, con un peso vivo promedio de 200 kilogramos, de dos años de edad aproximadamente. Las diferencias mínimas de peso de los animales fueron no significativas (Cuadro No 25).

Posteriormente fueron distribuidos aleatoriamente en los potreros respectivos. Cada lote de pasto incluyó a 10 animales, mismos que permanecieron en este lote en pastoreo controlado hasta completar los 120 días de experimentación.

3.11.2. Identificación.

Se procedió a la identificación a nivel de la oreja con aretes plásticos de diferentes colores según los tratamientos establecidos.

3.11.3. Desparasitación.

Los animales se desparasitaron con Ivermectina, antiparasitario endectocida al 1%. Solución inyectable para el control de parásitos gastrointestinales, pulmonares redondos y ectoparásitos como gusano de monte (*Dermatobia hominis*), piojos y ácaros, control de garrapatas (*Boophilus microplus*) actúa inhibiendo la ovoposición y eclosión de los huevos. La dosis recomendada es de

1ml por 50 Kg de peso vivo. Esta actividad se la realizó al inicio de la investigación.

3.11.4. Vitaminización.

Se aplicó una solución inyectable intramuscular de vitaminas AD3E, de rápida absorción en el organismo animal, consignando la prevención y tratamiento de trastornos reproductivos, crecimiento o retardado, alteraciones de la piel y mucosas y otras enfermedades ocasionadas por alimentación deficiente. La dosis recomendada es de 2 a 4 ml por animal. La Vitaminización se aplicó por dos veces después de realizar la desparasitación.

3.11.5. Preparación de los bloques nutricionales.

Se elaboró los bloques nutricionales con la utilización de los diferentes ingredientes, melaza, salvado de arroz, cal, urea, pre mezcla, y los diferentes porcentajes de contenido ruminal en estudio: 0; 10; 20 y 30% (Cuadro No. 22).

3.11.6. Proceso de preparación de Bloque Nutricional.

Recolección.

Secado.

Identificación y limpieza.

Análisis nutricional proximal.

Adición a bloque nutricional, etc.

3.11.7. Alimentación por tratamientos.

Una vez elaborado los bloques nutricionales, con los diferentes niveles de contenido ruminal, se procedió a la respectiva alimentación por tratamiento a los animales en una dosis de 1 kg /día/animal.

3.11.8. Recolección y registro de datos.

Se procedió al registro y evaluación de los datos o variables establecidas:

- Peso inicial, quincenal y final en kg.

- Ganancia de Peso quincenal y final en kg.
- Consumo total de suplemento y biomasa (pasto) en kg.
- Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP).

El registro del peso inicial y a través del tiempo de los animales en estudio, se realizó en una báscula en kg, mismos que fueron registrados en las correspondientes matrices del libro de campo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

Cuadro No. 24. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables: Peso Inicial (P1); Peso dos (P2); Peso tres (P3); Peso cuatro (P4); Peso cinco (P5); Peso seis (P6); Peso siete (P7); Peso ocho (P8); Peso final (P9); Incremento de peso uno (IP1); Incremento de peso dos (IP2); Incremento de peso tres (IP3); Incremento de peso cuatro (IP4); Incremento de peso cinco (IP5); Incremento de peso seis (IP6); Incremento de peso siete (IP7); Incremento de peso ocho (IP8); Incremento de peso final (IP9), y Consumo Total de Forraje (CTF Kg). San José del Tambo. 2014.

Variables	Tratamientos				Media	CV (%)
P1 (NS)	T4	T3	T1	T2	201.38 kg	0.69
	201.8	201.3	201.20	201.2		
P2 (NS)	T4	T3	T2	T1	203.38 kg	0.65
	203.8	203.3	203.2	203.2		
P3 (NS)	T4	T3	T2	T1	205.6 kg	0.71
	205.9	205.7	205.6	205.4		
P4 (NS)	T4	T3	T2	T1	208.08 kg	0.67
	208.3	208.2	208	207.8		
P5 (NS)	T4	T3	T2	T1	210.78 kg	0.71
	211	211	210.6	210.5		
P6 (NS)	T4	T3	T2	T1	213.43 kg	0.67
	213.7	213.6	213.3	213.1		
P7 (NS)	T4	T3	T1	T2	216 kg	0.72
	216.5	216.1	216	215.4		
P8 (NS)	T4	T3	T1	T2	218.90 kg	0.71
	219.6	219.1	218.8	218.1		
P9 (NS)	T4	T3	T1	T2	221.82 kg	0.71
	222.2	222	221.9	221.2		
IP1 (NS)	T4	T3	T2	T1	2.00 kg	18.00
	2.0	2.0	2.0	2.0		
IP2 (NS)	T4	T3	T2	T1	2.27 kg	20.85
	2.4	2.4	2.2	2.1		
IP3 (NS)	T4	T1	T3	T2	2.42 kg	17.16
	2.5	2.4	2.4	2.4		
IP4 (NS)	T4	T3	T2	T1	2.70 kg	19.91
	2.8	2.7	2.7	2.6		
IP5 (NS)	T3	T4	T1	T2	2.65 kg	20.41
	2.7	2.7	2.6	2.6		
IP6 (NS)	T4	T3	T1	T2	2.57 kg	18.72
	2.8	2.7	2.5	2.3		
IP7 (NS)	T3	T4	T1	T2	2.90 kg	19.35
	3.1	3.0	2.8	2.7		
IP8 (NS)	T4	T2	T1	T3	2.92 kg	20.36
	3.1	3.1	2.9	2.6		
IP9 (NS) (P9-P1)	T4	T3	T2	T1	20.45 kg	6.22
	20.90	20.70	20.20	20.00		
CTF (NS)	T1	T4	T2	T3	2661.8 kg	0.76
	2666.4	2663.4	2662.8	2654.4		

Gráfico N° 1. Peso promedio inicial (kg) de los animales seleccionados para el experimento.

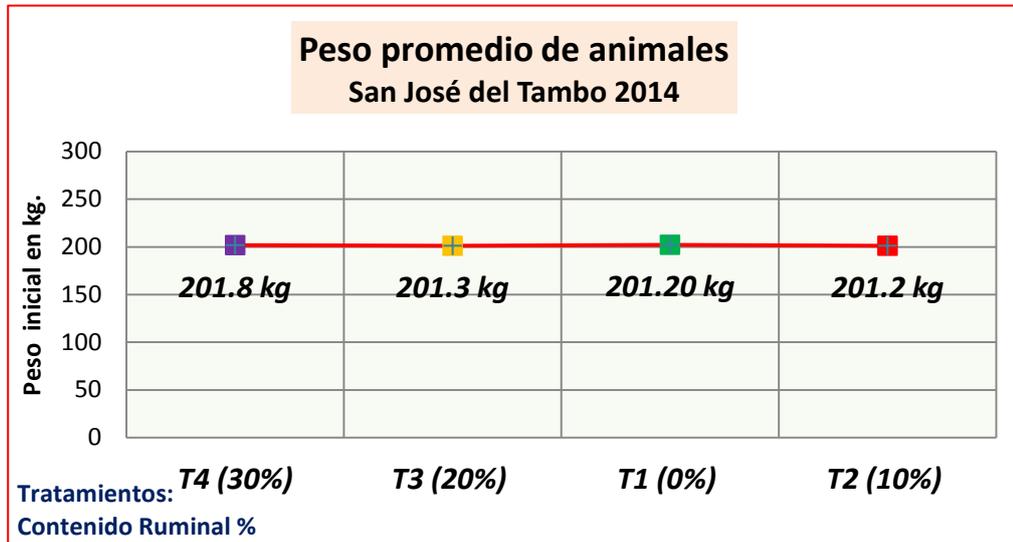


Gráfico N° 2. Peso final (kg) de los animales (120 días).

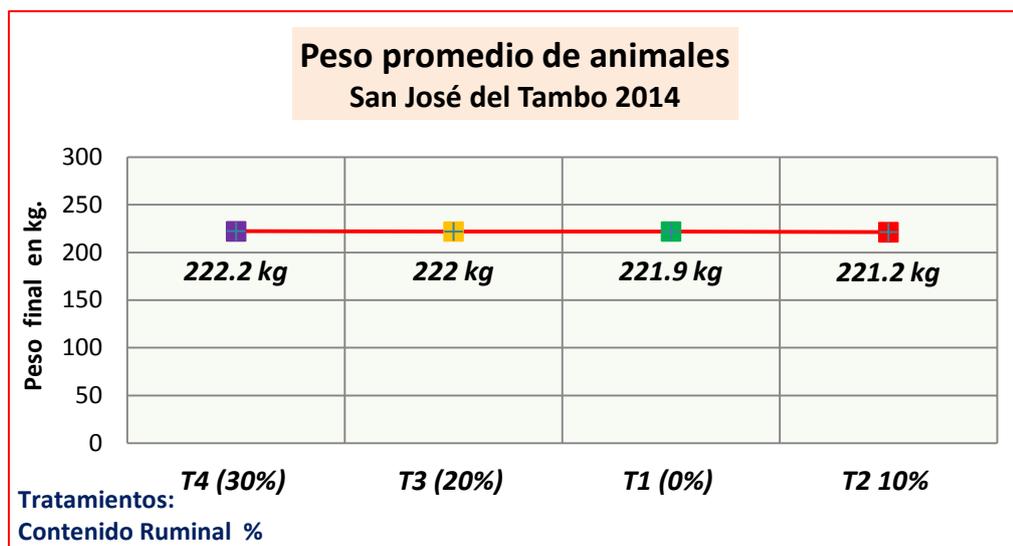


Gráfico N° 3. Regresión lineal

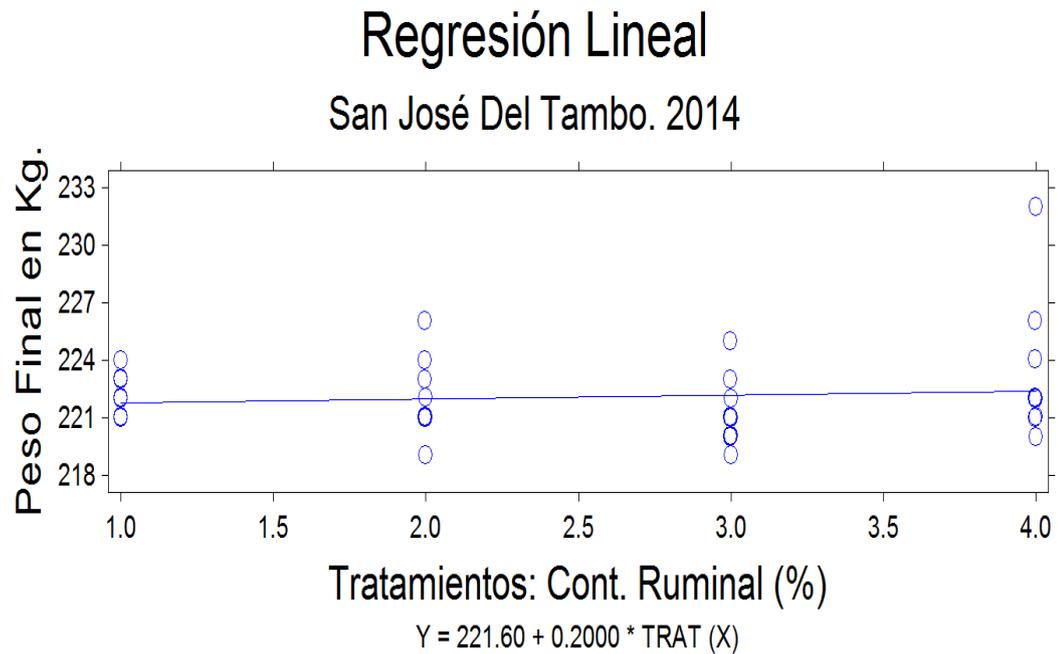
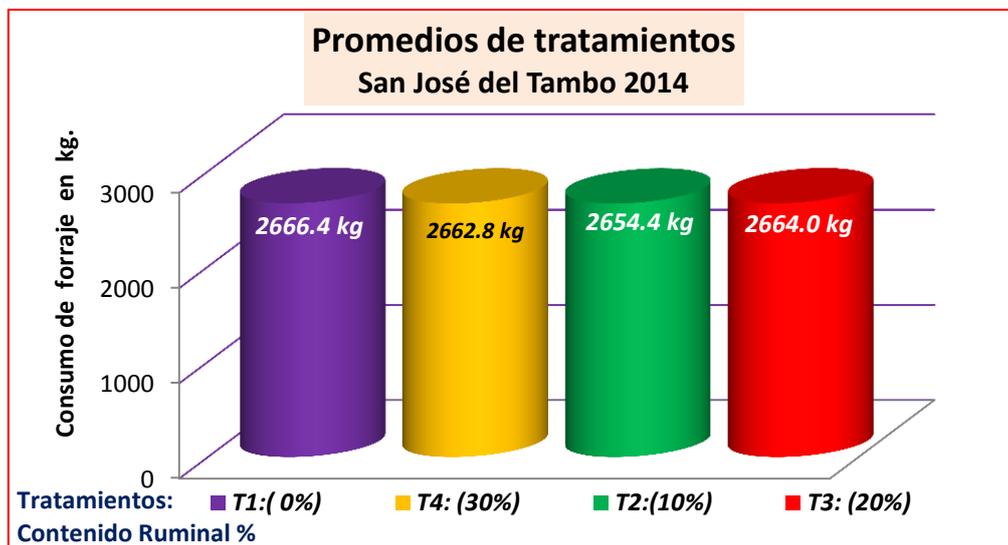


Gráfico N° 4. Consumo total de forraje verde (120 días de investigación por tratamiento).



4.1. TRATAMIENTOS (PORCENTAJE DE CONTENIDO RUMINAL).

El **Peso Inicial (PI)** de los animales en estudio fue similar (NS) con una media general de 201.38 kg y un valor del CV de 0.69%. Esto quiere decir que la selección de los animales en estudio tuvieron pesos similares con poca variabilidad, reflejado en el valor del coeficiente de variación 0.69%, válido para un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) (Cuadro No. 25 y Gráfico N° 1). Autores como **Beaver, J. y Beaver, L. 2000**, mencionan que el valor del CV inicial para aplicar un DCA, debe ser inferior al 5%. En el PI, obviamente no hay ningún efecto de los tratamientos en estudio, lo que buscamos es la uniformidad de las unidades experimentales (animales) en cuanto al peso, edad y raza, requisito para utilizar el modelo matemático del DCA.

La respuesta de los tratamientos (Contenido Ruminal) en cuanto a los variables pesos evaluados a través del tiempo (**P2 a P9**), estadísticamente fueron no significativas (NS) (Cuadro No. 25 y Gráfico N°2 para peso final: P9).

Con la prueba de Tukey al 5% y en respuesta consistente de los tratamientos a través del tiempo, los promedios más altos estadísticamente se registraron en el tratamiento T4 (30% de Contenido ruminal) con un PI de 201.8 kg; P2: 203.8 kg; P3: 205.9 kg; P4: 208.3 kg; P5: 211kg; P6: 213.7 Kg; P7: 216.5 Kg; P8: 219.6kg y P9: 222.2 Kg (Cuadro No. 25). Los valores del coeficiente de variación en el registro del peso de los animales a través del tiempo, fueron inferiores al 1%, esto quiere decir que existió poca variabilidad estadística de los resultados en cuanto al peso en kg evaluado a través del tiempo (120 días) (Cuadro No. 25 y Gráfico N° 2).

Para el incremento del peso en kg de los animales, se observó una respuesta lineal; no significativa es decir no existió un incremento significativo del peso de los animales por efecto del contenido ruminal y el tiempo (120) (Cuadro No. 25 y Gráfico 3). El Gráfico 3, muestra la Regresión Lineal con la ecuación:

$Y = a + b (X)$; donde Y = Variable Dependiente (Peso final en kg); a = Intercepto; b = Coeficiente de regresión y (X) = Variable independiente (Tratamientos:

porcentaje de Contenido ruminal). Los valores calculados con la regresión lineal fueron:

$$Y = 221.60 + 0.2000 * \text{TRAT (X)}.$$

Observando la regresión lineal, estadísticamente podemos decir que en términos generales, se presentó una respuesta lineal; será no significativo, es decir no tuvo un efecto significativo del porcentaje del contenido ruminal, esto quiere decir que en el incremento del peso de los animales incidieron otros efectos como la edad (tiempo) manejo nutricional y sanitario, calidad de forraje etc. (*Monar, C. 2015. Entrevista personal*).

Quizá el efecto no significativo del Contenido ruminal en cuanto el incremento de peso fue debido a la calidad del bloque nutricional que tuvo un 19.52% de proteína; 10.06% de fibra; 3.09% de grasa; y 21.95% de Materia Seca (MS). (Cuadro No. 23). Sumado al aporte del pasto que tuvo 9.36% de proteína; 9.33% de fibra; 6.66% de grasa; 25.86% de MS y 69.98% de ELN (Cuadro No. 24).

Estos indicadores de calidad del bloque nutricional y del pasto, sumado a Buenas Prácticas Pecuarias (BPP), quizá tuvieron un efecto positivo sobre el incremento del peso de los animales a través del tiempo del experimento; por lo tanto no incidió la adición del contenido ruminal.

Para la variable **Incremento del Peso (IP)** a través del tiempo del experimento, la respuesta de los tratamientos fue no significarle (NS), (Cuadro No. 25).

En función únicamente de los promedios numéricamente el mayor promedio se registró en el tratamiento T4 (30% de Contenido ruminal) con un IP1 de 2.0 kg; IP2: 2.4 kg; IP3: 2.5 kg; IP4: 2.8 kg; IP5: 2.7 kg; IP6: 2.8 kg; IP7: 3.1 kg e IP8: 3.1 kg y un incremento total del peso final menos el peso inicial de 20.90 kg en el T4; 20.70 en el T3 (20% de Contenido ruminal); 20.20 kg en el T2 (10% de Contenido ruminal) y 20.00kg en el T1 (Testigo sin Contenido ruminal) en 120 días de estudio (Cuadro No. 25). Los valores del CV para los incrementos del peso a través del tiempo del experimento estuvieron inferiores al 21%, lo que

significa que las inferencias y conclusiones son válidas para este estudio con animales criollos y 120 días de investigación.

De acuerdo al **incremento de peso de los animales** (peso final menos peso inicial), al comparar los promedios de los tratamientos, son estadísticamente iguales. Al comparar el T4 menos el T1, apenas hay una diferencia de 0.90 kg; T3 menos T1 un incremento de 0.70 kg y el T2 menos el T1 tan sólo 0.20 kg. (Cuadro No. 25). Este incremento mínimo del peso de los animales podríamos decir que fue debido al Contenido ruminal. Está claro que el tiempo (meses), una buena mezcla forrajera, manejo nutricional y sanitario con BPP, contribuyen directamente en el incremento del peso.

El efecto de los tratamientos en cuanto al **Consumo Total de Forraje (CTF)**, fue no significativo (NS) (Cuadro No. 25). Los animales que correspondieron al T1 y T4, consumieron, numéricamente una mayor cantidad de forraje durante el tiempo que duró la investigación (120 días), con 2666.4 y 2663.4 kg de forraje verde respectivamente. (Grafico 4).

El valor del CV para esta variable fue muy bajo 0.76%, lo que significa que existió poca variabilidad de los resultados estadísticos (Cuadro No. 25). Es decir los animales de los diferentes tratamientos consumieron la misma cantidad de forraje.

4.2. PALATABILIDAD.

En función de la evaluación cualitativa y cuantitativa, inferimos que el bloque nutricional con la adición del Contenido Ruminal no fue palatable porque se dio un dosis de 1kg/animal en la mañana y en la tarde se pesó nuevamente confirmando el mismo peso de 1kg.

4.3. CORRELACION Y REGRESION LINEAL.

4.3.1. Correlación (r).

Cuadro 25. Análisis de Correlación y Regresión Lineal de las variables independientes que presentaron significancia estadística con el peso final de toretes.

Variables Independientes(Xs)	Coefficiente de Correlación (r)	Coefficiente de Regresión (b)	Coefficiente de Determinación (R ² %)
IP2	0,4287 (*)	1.3959	18%
IP3	0,4035 (*)	1.3273	16%
IP6	0,4362 (*)	1.4347	19%

*Significativo al 5%

Correlación en su concepto más sencillo, es la relación positiva o negativa entre dos variables y su valor máximo es +/- 1 y no tiene unidades (*Monar, C. 2014*).

En esta investigación, existió una estrechez positiva entre el IP2, IP3 e IP6 versus el peso final (Cuadro 26).

4.3.2. Regresión (b).

Regresión es el incremento o disminución de la variable dependiente (Y), por cada cambio único de la (s) variable (es) independiente (s) (*Monar, C. 2014*).

Las variables que contribuyeron al peso final de los toretes fueron el IP2, IP3 E IP6.

4.3.3. Coeficiente de determinación (R² %).

El R², es un estadístico que nos explica en qué porcentaje se incrementa o disminuye el peso final de la variable dependiente (Y). El valor máximo del R² es 100% y valores más cercanos a 100%, quiere decir que existió un buen ajuste de datos de la línea de regresión lineal: $Y = a + bx$.

En esta investigación el mejor ajuste de datos se dio entre el IP6 y el peso final con el 19% de incremento de la variable dependiente (Y) (Cuadro 26). La diferencia es decir el 81% fue debido a otros factores bioclimáticos, edad, raza, manejo nutricional y sanitario, no evaluados en esta investigación.

4.3. ANALISIS ECONOMICO.

Cuadro 26. Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP).

VARIABLE (S)	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
Peso final Kg/animal	221.9	221.2	222.0	222.2
Ingreso Bruto (QxP) \$/animal	310.66	309.68	310.80	311.08
Total costos que varían \$/animal				
Costo de contenido ruminal \$/animal	0	0.38	0.48	0.51
Costo de mano de obra \$/animal	0	20.00	20.00	20.00
Costo de bloque nutricional \$/animal	0	4.08	5.78	6.10
Total Costos que varían \$/animal	0	24.46	26.26	26.61
Total Beneficios Netos \$/animal	311.66	285.22	284.54	284.47

Cuadro 27. Análisis de Dominancia.

Tratamiento No.	Total costos que varían \$/animal	Total beneficios netos \$/animal
T 1	0.00	310.66
T 2	24.46	285.22D
T3	26.26	284.54 D
T 4	26.61	284.47 D

D = Tratamientos Dominados.

El AEPP, se realizó aplicando la metodología de Perrinn, et al. 2000), en que toma en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento. El costo de un kg de carne en pie a nivel de finca, se estimó en \$1.40. Los costos que variaron en cada tratamiento fueron el costo del contenido ruminal, mano de obra y el bloque nutricional (Cuadro 27). El tratamiento con el Beneficio Neto más alto, tomando en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento fue el T1 (Testigo sin contenido ruminal) con 310.66 \$/animal (Cuadro 27). A pesar que estadísticamente el tratamiento con el mayor incremento del peso final fue el T4 (30% contenido ruminal), pero económicamente no fue así.

Con el análisis de Dominancia (**Perrin et. al. 2000**), los tratamientos que incluyeron en la nutrición con contenido ruminal, fueron dominados, porque se incrementaron los costos que varían en cada tratamiento, por tanto se redujeron los beneficios netos (Cuadro 28). Económicamente el mejor tratamiento fue el T1 (Testigo sin contenido ruminal), quizá porque el tiempo que duró la investigación es muy corto y los incrementos de peso final, no pagan los costos de elaboración del bloque nutricional en diferente porcentaje del contenido ruminal. Podemos inferir que en animales criollos de esta zona agroecológica de San José del Tambo lo más importante es la sanidad de los animales, sal mineral y una buena mezcla forrajera BPP.

V. VERIFICACION DE HIPÓTESIS.

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos en esta investigación, se acepta la hipótesis nula ya que el consumo del bloque nutricional más contenido ruminal en diferentes niveles, no influyó significativamente sobre las variables evaluadas como fueron el peso de los animales a través del tiempo de la investigación, siendo más importante una adecuada mezcla forrajera, manejo nutricional y sanitario con BPP.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. CONCLUSIONES.

Una vez realizado los diferentes análisis estadísticos y económicos, se sintetizan las siguientes conclusiones:

- La respuesta de los tratamientos (concentración del contenido ruminal como suplemento nutricional), no presento diferencias estadísticas para las variables evaluadas como fueron el peso de los animales y el incremento del mismo a través del tiempo.
- El peso promedio de los animales al inicio del ensayo fue de 201.38 kg y al final del ensayo (120 días) fue de 221.82kg, es decir un incremento promedio de 20.44 kg/animal.
- El consumo total de forraje, promedio fue de 2661.80 kg/animales en los 120 días del experimento.
- Los bloques nutricionales con los diferentes niveles de Contenido ruminal, se infiere que no fueron palatables porque no consumieron la dosis utilizada diariamente de 1kg/animal.
- Existió una correlación o estrechez significativa positiva entre el tiempo (meses) versus el peso final de los toretes.
- Económicamente el tratamiento con el beneficio neto más alto (\$/Animal), fue el T1 (sin contenido ruminal) con \$ 310.60 / Animal al final del experimento (120 días).
- Los resultados de esta investigación, nos permiten inferir que los componentes más importantes para el incremento del peso de los animales fueron la calidad y cantidad del forraje, manejo nutricional y sanitario, los que contribuyeron al Bienestar Animal.

6.2. RECOMENDACIONES.

Como resultado de esta investigación, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda validar estos resultados en investigaciones de mayor tiempo de duración (180 días) y ambiente controlado.
- Para el proceso de engorde de toretes en la zona agroecológica de San José del Tambo, no se recomienda como alimento nutricional complementario el contenido ruminal.
- Los componentes más importantes para el Bienestar Animal fueron el manejo sanitario y nutricional en base al pasto Braquiaria.

VII. RESUMEN Y SUMMARY.

7.1. RESUMEN.

La ganadería y producción ganadera de carne a nivel mundial es de vital importancia por su contribución a la seguridad alimentaria. En la Provincia Bolívar, particularmente en el subtrópico, está considerada como una actividad esencialmente pastoril, que depende fundamentalmente del aporte de nutrientes por parte del forraje, y que origina el mejoramiento de los indicadores productivos y reproductivos del ganado bovino. Esta investigación, se realizó en la zona agroecológica de San José del Tambo. Los objetivos planteados fueron: i) Evaluar la repuesta de cuatro niveles de contenido ruminal sobre el incremento de peso en bovinos. ii) Determinar la palatabilidad de los bloques nutricionales con la adición del contenido ruminal. iii) Realizar el Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP). Se tuvieron cuatro tratamientos que constituyeron los porcentajes de contenido ruminal (0%; 10%; 20% y 30%) con 10 repeticiones. Se aplicó un diseño Completamente Aleatorizado. Se realizaron Análisis de Varianza, prueba de Tukey al 5%, análisis económico de presupuesto parcial y análisis nutricional proximal del bloque alimenticio, contenido ruminal y del pasto Braquiaria. Las principales variables que se midieron fueron el peso inicial, el incremento de peso cada 15 días, el peso final, el consumo total de forraje y la palatabilidad. Los resultados más relevantes fueron: no existió un efecto significativo del contenido ruminal sobre el incremento de peso, y económicamente no fue rentable. El incremento del peso de los toretes estuvo relacionado principalmente con la edad, el tiempo (días), la nutrición y sanidad animal. Finalmente esta investigación, demostró que no es económico adicionar en el suplemento nutricional el contenido ruminal, siendo más importante las Buenas Prácticas Pecuarias relacionadas a la nutrición y sanidad, lo que contribuye al Bienestar Animal.

7.2. SUMMARY.

Livestock and meat production worldwide is vital for its contribution to food security. In the Bolívar Province, particularly in the subtropics, is considered as an essentially pastoral activity, which depends mainly on the supply of nutrients from the feed, and that causes the improvement of productive and reproductive indicators of cattle. This research was conducted in the agro-ecological zone of San José del Tambo. The objectives were: i) to evaluate the response of four levels of ruminal content on weight gain in cattle. ii) determine the palatability of nutritional blocks with the addition of rumen contents. iii) Perform Economic Analysis Appropriation (AEPP). Four treatments with 10 repetitions that were the percentages of ruminal contents (0%; 10% 20% 30%) were evaluated. A completely randomized design was used. Analysis of variance, Tukey test at 5% partial budget economic analysis and proximal nutritional analysis of feed block, rumen contents and pasture *Braquiaria* were performed. The main variables measured were the initial weight, the weight increase every 15 days, the final weight, total forage intake and palatability. The main results were not existed a significant effect of ruminal content on weight gain, and economically was unprofitable. The increase in weight of the steers was associated mainly with age, time (days), nutrition and animal health. Finally this research showed that it is not economical to add in the dietary supplement ruminal contents, Good Livestock Practices related to nutrition and health, which contributes to animal welfare is more important.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

1. **AGUIAR DE MELLO 2003.** Establecimiento y administración de un programa de recría. VI Simposio Latinoamericano de Productividad en Ganado de Corte. Santa Cruz, Bolivia.
2. **AMAYO, C. 2007.** ¿Qué produce el rumen?. Despertar Lechero. Edición No. 22. p. 58-71.
3. **ANATOMÍA DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS - GOOGLE**
Booksbooks.google.com.ec/.../Anatomía_de_los_animales_domésticos.html?i...
Valoración: 4,5 - 44 reseñas.
4. **ALVES Y COL. 1999.** Suplementação de bezerros durante a estação de seca, pós desmame. In: XXXVI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 26- 29 Julho/1999 Artículo NUR-029, Porto Alegre – RS, Brasil. Anais.
5. **AVILA, G. et al. 2008.** Manual de prácticas de clínica de los bovinos I. México. D.F. PP. 14-20.
6. **BAVERA, G. 2002.** Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC.
7. **BARGO, F. Y MULLER, L. 2005.** Grazing behavior affects daily ruminal pH and NH₃; oscillations of dairy cows on pasture. J DairySci 88: PP. 303–309.
8. **BARRETO, L. 2005** Estudio comparativo de perfiles metabólicos minerales de vacas lecheras gestantes pertenecientes a la región Centro de Santa Fe. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET.
9. **BALDWIN, R.L; ALLISON, M.J.1983.** Rumen metabolism. Journal of Animal Science. Vol. 57 (2). p. 461-477.

10. **BATTAGLIA, R. et al. 1989.** Técnicas de manejo para el ganado y aves de corral. Edit. Talleres de programas educativos. México. DF. PP. 556-558.
11. **BAYER, E. et al. 2008.** From cellulosomes to cellulosomics. Chem Rec 8:pp. 364–377.
12. **BONDI, A. 1989.** Nutrición Animal. 1a ed. Madrid, España. Edit. Acribia pp. 30 – 31 – 32.
13. **BOWLES, O.G.1998.**Primer simposio Latinoamericano de productividad ganadera de carne. Santa Cruz, Bolivia. PP.12.
14. **BOTERO, J.I. 1998.** Biotecnología en los microorganismos del rumen. Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Medellín. pp. 8, 17, 20.
15. **BUGSTALLER, G. 1981.** Alimentación práctica de ganado vacuno. Edición Acriba. Zaragoza, España. PP. 80 -150.
16. **CABALLERO, H. Y ANZULES, A. 1992.** Producción Agropecuaria en la Selva húmeda de la región Amazónica. Memorias Seminario Taller. INIAP-IICA-CIID. Quito, Ecuador. PP.107.
17. **CABRERA, L. 1990.** Universidad Estatal de Guayaquil. Cuaderno de Zootecnia N° 6. Departamento de Producción Animal. Guayaquil, Ecuador. PP. 11 – 34.
18. **CADENA, S. 2006.** Cuadernos Agropecuarios - Micro criaderos Intensivos. Cadena de Editores Libros Epsilon. pp 35.
19. **CASTRO, A. 1991.** Producción bovina. Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia. PP. 380.

20. **COMBELLAS, J. 2001.** The importance of urea molasses blocks and by-pass protein on animal production. International Symposium on Nuclear and Related Techniques in Animal Production and Health. Vienna, Austria. 24 p.
21. **CORREA, C. 2001.** Agrociencia. Alimentación bovina. Edit. Canesa.
22. **CROSS, M. 2002.** Microbes versus microbes: immune signals generated by probiotic lactobacilli and their role in protection against microbial pathogens. FEMS Immunol Med Microbiol 34: PP.245-53.
23. **CUESTA, P. Y PEREZ, R. 1987.** Pasto la libertad Brachiara (brizanthaHochst). Stapf. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico N° 150. PP. 16.
24. **CHÁVEZ, F. Y LUENGAS, R. 2007.** Manual de ganado bovino de engorde y aves de traspatio. San Martín Soyolapam. Oaxaca, México. PP. 3 – 5.
25. **CHO S, et al. 2006.** 16S rDNA analysis of bacterial diversity in three fractions of cow rumen. J MicrobiolBiotechnol 16: PP. 92-101.
26. **DEFRAIN, J. et al. 2005.** Effects of dietary alpha-amylase on metabolism and performance of transition dairy cows. J Dairy Sci 88: PP.4405-13.
27. **DEHORITY B, GRUBB J. 1981.** Bacterial population adherent to the epithelium on the roof of the dorsal rumen of the sheep. Appl Environ Microbiol 41: PP. 1424-1427.
28. **DIAZ, A. 2003.** Introducción a la digestión ruminal y manejo de sus residuos.
29. **DOMÍNGUEZ, J. 2002.** El contenido ruminal, producto de desecho orgánico como ingrediente en la alimentación de ovinos.

- 30. DUARTE, V. 1998.** Respuesta de toretes de engorde a la adición de tres niveles de pollinaza a dietas integrales. Centro de Investigaciones Pacífico Centro. Parque Los Colonos, Guadalajara, México. PP.215 - 221.
- 31. FAO /WHO. 2001.** Joint FAO /WHO expert consultation on evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food; Córdoba, Argentina.
- 32. FISILOGIA DE LOS POLIGASTRICOS. 2003.** 3ra. Edición. Editorial. Block Edit, Phimus. Universidad Autónoma de Querétaro, México. PP. 80100.
- 33. FORBES, J.M. FRANCE, J. 1993.** Quantitative aspects of ruminal digestion and metabolism. Cambridge: University Press. p. 515.
- 34. FRANDSON, R. Y SPURGEON, T. 2001.** Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos, 5ta Edición. McGraw Hill Interamericana. México. D.F. PP. 54 - 76.
- 35. GARCÍA, I. 2001.** Universidad Nacional Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia. Nutrición Animal División de postgrado e investigación. Sistema digestivo en rumiantes. Anatomofisiología. Chihuahua, México. P.160.
- 36. GONZALEZ, R. Y CABALLERO, H. 1989.** Informe técnico final primero fase 1983-1988. Programa de Producción Animal. Estación Experimental Napo. Payamino. INIAP. Quito, Ecuador. P.124.
- 37. Grossi, A. 2010.** Instituto Plan Agropecuario
- 38. GUTIERREZ, E. 2009.** uso y elaboración de los bloques multinutricionales de melaza-urea. p. 20.
- 39. HERMAN, M. 1986.** Cebutecnia. 2 ed. El Ateneo. Argentina. P. 533.

- 40. HESPELL R. 1987.** Biotechnology and modifications of the rumen microbial ecosystem. ProcNutrSoc 46: PP. 407-413.
- 41. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1991.** Informes Técnicos anuales. Programa de Producción. Estación Experimental Napo. Payamino. Manual de pastos tropicales. Quito, Ecuador. P.53.
- 42. INTRIAGO, J. 2011.** Efectos de la castración en toretes brahmán mestizos cebados en pastoreo más suplementación con subproductos de la zona 61 (palmiste, soya algodón). Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Zootécnica, Espoch. Riobamba, Ecuador. p. 59.
- 43. JAN, G. et al. 2002.** Propionibacteria induce apoptosis of colorectal carcinoma cells via short-chain fatty acids acting on mitochondria. Cell Death Differ 9: PP.79-88.
- 44. JAMES DANIELS GROSSMAN. ELSEVIER ESPAÑA, 2002 - Medical -** 1416 pages Volume 1 of Anatomía de los animales domésticos: *Sisson y Grossman*, James.
- 45. JIMÉNEZ, Carlos y SÁNCHEZ, Lauro 2000 - 2002.** Tesis de grado previo a la obtención del Título de “Magister en la producción Animal Mención Bovina” Ecuador. P. 4-11, 25-27.
- 46. KELLY, R. 1988.** Diagnóstico clínico veterinario. 7ma. Edición. Editorial CECSA. México. D.F. PP. 23-37.
- 47. KOBAYASHI Y. 2006.** Inclusion of novel bacteria in rumen microbiology: need for basic and applied science. AnimSci J77: PP. 375-385.

- 48. KRAUSE K. OETZEL G. 2005.** Inducing subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. J Dairy Sci. 88: PP. 3633-3639.
- 49. Larson C. K. 2005.** Role of Trace Minerals in Animal Reproduction. Nutrition Conference - Extension and University Professional and Personal development. Dept Animal Sciences. University of Tennessee.
- 50. LARUE, et al. 2005.** Novel microbial diversity adherent to plant biomass in the herbivore gastrointestinal tract, as revealed by ribosomal intergenic spacer analysis and rrs gene sequencing. Environ. Microbiol. 7: PP.530-543.
- 51. MANEJO REPRODUCTIVO DE LA HEMBRA BOVINA BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO EN REPRODUCCIÓN:** manejo ecológico sostenible y uso adecuado de los sistemas silvopastoriles, mejoradores de las condiciones ambientales y nutricionales para animales inmersos en el sistema john alexander 2011 2 universidad de cundinamarca- Colombia.
- 52. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PECUARIAS 2007.** en el Sistema de Producción de ganado bovino productor de carne en confinamiento. P. 320.
- 53. MARTIN, S. 1998.** Manipulation of ruminal fermentation with organic acids: A Review. J Anim Sci. 76: PP.3123-3132.
- 54. MARIO S. AELLO Y MÉD. VET. JULIO C SURGES 2008.** Unidad Integrada Facultad Ciencias Agrarias (UNMdP) INTA EEA Balcarce nutricionfca@yahoo.com.arjcburges@balcarce.inta.gov.arwww.produccion-animal.com.ar.
- 55. MAYNARD, A. 1989.** Nutrición animal Traducción de la 7" ed. Inglesa por Ortega Alfonso. ed. México. McGraw -Hill PP 22-44.

- 56. MCCOWAN, R. et al. 1978.** Adhesion of bacteria to the epithelial cell surfaces within the reticulo-rumen of cattle. *Appl Environ Microbiol* 35:149-155.
- 57. Mc DOWELL, L. et al. 1997.** Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Boletín. 3ra. ed. Departamento de Zootecnia, Centro Agrícola Tropical, Universidad de Florida Gainesville. Florida, EEUU: P. 11.
- 58. MERCK. MANUAL DE VETERINARIA 2007.** Editorial. Centrum Técnicas y Científicas. S.A. España. P. 1252.
- 59. MIRON, J. et al 2001.** Invited Review: Adhesion mechanisms of rumen cellulolytic bacteria. *J DairySci* 84: PP.1294-1309.
- 60. Minson, D. J. 1990.** Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press: San Diego, USA.
- 61. MONTES, Y. 2012.** Médico Veterinario y Zootecnista (Universidad de Caldas). Codirector del Departamento Técnico INDAGRO S.A. con amplios conocimientos en Suplementación Mineral.
- 62. MORRISON, F. 1985.** Alimentos y alimentación del ganado. Traducido de la 21° ed. Inglesa por: J.L. de la Loma. 2ª ed. Española. México. UTH.A.S.A. PP. 13-357.
- 63. NADAI, H. 2004.** Moderno manejo de pasturas. VII Simposio Latinoamericano de Productividad en Ganado de Corte. Santa Cruz, Bolivia.
- 64. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1994.** Necesidades nutritivas del ganado vacuno de carne. Hemisferio Sur. 3ª ed. Buenos Aires, Argentina. PP. 13-44.

- 65. OLUBOBOKUN J, CRAIG W. 1990.** Quantity and characteristics of microorganisms associated with ruminal fluid or particles. *J AnimSci* 68: PP. 3360-3370.
- 66. PEÑAFORT, C. Y BAVERA, G.A. 2003.** Condición corporal. In: *Fac. Agron. y Vet. (UNRC), Curso de producción bovina de carne (cap. VI).*
- 67. PIKNOVA, M, et al. 2004.** Different restriction and modification phenotypes in ruminal lactate-utilizing bacteria. *FEMS MicrobiolLett* 236: PP. 91-95.
- 68. PRESTON, T. Y LENG, R.1990.** Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos Básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. México. PP. 129-145.
- 69. REINOSO, V. 2012.** Laboratorio Virbac Santa Elena. Montevideo - Uruguay.
- 70. RIMBAUD, E. 2004.** Semiología, semiotecnia y propedéutica de los bovinos. Managua, Nicaragua. PP. 61-68.
- 71. ROLANDO, A. 1992.** Leguminosas forrajeras trópico ecuatoriano. Estación experimental Tropical Pichilingue. *Boletín Técnico*. Quito, Ecuador. P.33.
- 72. SADET-BOURGETEAU. et al. 2010.** Bacterial diversity dynamics in rumen epithelium of wethers fed forage and mixed concentrate forage diets. *Vet Microbiol* 146:PP. 98-104.
- 73. SEYMOUR, W.et al 2005.** Relationships between rumen volatile fatty acid concentrations and milk production in dairy cows: a literature study. *Animal FeedScience and Technology*. 119: PP, 155-169.

- 74. SCHINGOETHE, D. 1999.** Response of lactating dairy cows to a cellulase and xylanase enzyme mixture applied to forages at the time of feeding. *J. Dairy Sci.* 82: PP 996-1003.
- 75. SEWELL, A. 2003.** Establecimiento y administración de un programa de engorde: pasto vs confinamiento. VI Simposio Latinoamericano de Productividad en Ganado de Corte. Santa Cruz, Bolivia.
- 76. SILVA, E. et al. 1991.** Efecto de la época del parto sobre la eficiencia reproductiva en ganado Cebú en agostadero. Memorias del XVI Congreso Nacional de Buafaría. Veracruz, México. PP. 187 - 191.
- 77. SILVEIRA, A. 2004.** Producción del novillo super precoz. VII Simposio Latinoamericano de Productividad en Ganado de Corte. Santa Cruz, Bolivia.
- 78. STEWART, C. Y BRYANT, P.** The rumen bacteria PP. 21- 76 in P.N Hobson (Ed); *The Rumen Microbial Ecosystem*. Elsevier Applied Science. London 1988.
- 79. TRILLOS, G. et.al. 2007.** Análisis físico - químico de los contenidos ruminales frescos y ensilados de bovinos sacrificados en el Valle del César. Facultad de Ingenierías. Programa de Agroindustria. Universidad Popular del César. Valledupar, César.
- 80. TAJIMA K, ARAI S, OGATA K, NAGAMINE T, MATSUI H, NAKAMURA M, AMINOV RI, BENNO Y. 2000.** Rumen bacterial community transition during adaptation to high-grain diet. *Anaerobe* 6:273-284 pp.
- 81. TAJIMA, K, et al. 2001.** Diet - Dependent Shifts in the Bacterial Population of the Rumen Revealed with Real-Time PCR. *Appl Environ Microbiol* 67: PP. 2766-2774.
- 82. THE RUMIANT ANIMAL DIGESTIVE PHYSIOLOGY AND NUTRITION.** 1988. DC. Church. Editorial Prentice Hall. USA.

- 83. TORRES C, ZARAZAGA M. 2002.** Antibióticos como promotores del crecimiento en animales, ¿Vamos por el buen camino? *GacSanit* 16:109-112.
- 84. VADEMECUM VETERINARIO. 2006.** Edición Grupo Latino Ltda. PP.28-35.
- 85. VAN, S. 1994.** Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, P. 476
- 86. VÉLEZ, et al. 2002.** Producción de ganado lechero en el trópico. 4^a ed. Zamorano AcademicPress, Zamorano, Honduras. P. 320.
- 87. VINDEROLA, C. et al. 2004.** Relationship between interaction sites in the gut, hydrophobicity, mucosal immunomodulating capacities and cell wall protein profiles in indigenous and exogenous bacteria. *J ApplMicrobiol* 96:230-243.
- 88. WALLACE, R.1996.** The mode of action of yeast culture in modifying rumen fermentation. In: *Biotechnology in the Feed Industry* (Ed. T. P. Lyons). Alltech Technical Publications, Nicholasville, Kentucky, PP. 217231.
- 89. WEIMER, P, et al 1999.** Effect of diet on populations of three species of ruminal cellulolytic bacteria in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 81:122-134.
- 90. YOKOHAMA, M.; KA, J. 1993.** Microbiología del rumen y del intestino. En: *Fisiología digestiva y nutrición*. Ed Church, D.C. Zaragoza: Acribia. p: 138-156.
- 91. ZEVALLOS, H. 2009.** Origen del bovino. Razas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina. P.5.

92. <http://www.agronet.gov.co>.
93. <http://www.uasnet.mx/centro/profesional/emvz/11-20.htm#PP19>.
94. <http://www.fmvz.unamx/fmvz/enlinea/Ruminal/digest>.
95. http://www.mundo-pecuario.com/tema60/monogastricos/gaHinaza_piso-299.html.
96. <http://www.gallinaza.com>.
97. http://www.produccionbovina.com/información_técnica/raza_criolla/62va_lo_r_raza_criolla.htm.

ANEXOS

ANEXO 1. Ubicación del experimento.



HACIENDA LA PROVIDENCIA.

Altitud	300 msnm
Latitud	01°56'0" S
Longitud	79°11'0" W

ANEXO 2. Análisis Coproparasitario de los animales en estudio.



Med. Verónica Carrasco Sangache
Dr. Washington Carrasco Mancero
Médicos Veterinarios Zootecnistas

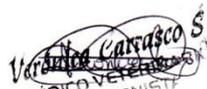
ANÁLISIS COPROPARASITARIO

Ciente: Angel Coloma

Fecha: 13 de Diciembre de 2013

Técnicas utilizadas: Técnica de Faust,

Muestra	Nematodos		Protozoarios	
	Trichostrongylus	Dictyocaulus larva	Eimeria	Coccidias
1				
2	+			
3	+			
4	++	+		
5	++			
6				+
7	++			
8	++			
9				
10			++	


Médico Veterinario Zootecnista

ANEXO 3. Análisis bromatológico del contenido ruminal.



EXAMEN BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO: 308-14

CLIENTE: Sr. Ángel Coloma

TIPO DE MUESTRA: Contenido Ruminal.

FECHA DE RECEPCIÓN: 28 de diciembre del 2013

FECHA DE MUESTREO: 28 de diciembre del 2013

EXAMEN FÍSICO.

COLOR: Café.

OLOR: Característica.

ASPECTO: Normal, ausencia de material extraño.

EXAMEN QUÍMICO (Materia Seca).

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Grasa	%	Método de Soxhlet	9.52
Proteína	%	Método de Kjendahl	10.06
Ceniza	%	Método de Incineración en Mufla	3.09
Fibra	%	Método de Weende	12.24
Materia seca	%	Método de Desecación	21.95
Carbohidratos	%	Diferenciación de los otros parámetros	65.09

RESPONSABLES:

Dra. Gina Álvarez R.

Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra es receptada en laboratorio.

ANEXO 4. Análisis bromatológico del pasto Braquiaria (*Brachiaria decumbens*).



EXAMEN BROMATOLOGÍCO DE ALIMENTOS.

CÓDIGO: 250-14

CLIENTE: Sr. Ángel Coloma

TIPO DE MUESTRA: Forraje (*Brachiaria decumbens*)

FECHA DE RECEPCIÓN: 28 de diciembre del 2013

FECHA DE MUESTREO: 28 de diciembre del 2013

EXAMEN FÍSICO

COLOR: Verde

OLOR: Característica

Aspecto : Característica

EXAMEN QUÍMICO (Materia Seca)

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Proteína	%	Método de Kjendahl	9.36
Grasa	%	Método de Soxhlet	6.66
Ceniza	%	Método de Incineración en Mufla	4.67
Fibra	%	Método de Weende	9.33
Materia seca	%	Método de Deseccación	25.86
Carbohidratos	%	Diferenciación de los otros parámetros	69.98

RESPONSABLES:



Dra. Gina Álvarez R.

Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra es receptada en laboratorio.

ANEXO 6. Base de datos



UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLIVAR
 FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
 ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Variable 1 Repeticiones	Variable 2 Tratamientos	Variable 3 Peso inicial kg	Variable 4 Peso 15 días kg	Variable 5 Peso 30 días kg	Variable 6 Peso 45 días kg	Variable 7 Peso 60 días kg	Variable 8 Peso 75 días kg	Variable 9 Peso 90 días kg	Variable 10 Peso 105 días kg	Variable 11 Peso final kg
1	1	200	203	205	207	210	214	218	223	228
1	2	200	203	207	210	212	216	220	225	229
1	3	200	204	207	211	216	221	225	229	234
1	4	200	203	208	213	217	222	227	232	238
2	1	200	202	204	209	212	215	219	222	227
2	2	200	203	206	209	212	215	219	223	228
2	3	203	207	211	215	219	224	229	234	239
2	4	203	207	211	215	221	226	230	236	240
3	1	199	202	205	209	211	215	219	224	229
3	2	203	205	208	210	213	217	221	226	231
3	3	205	209	213	216	221	226	231	236	240
3	4	201	205	210	214	219	224	228	233	239
4	1	203	205	207	211	214	218	222	227	231
4	2	200	204	207	212	215	219	223	228	233
4	3	204	207	211	214	219	224	230	235	240
4	4	204	209	213	218	223	227	232	237	243
5	1	201	203	206	210	213	217	222	226	230
5	2	202	205	208	210	213	217	220	224	230
5	3	202	205	209	213	218	223	229	234	238
5	4	202	205	209	214	220	224	229	235	241
6	1	202	204	207	210	213	216	221	225	230
6	2	202	204	207	209	211	215	219	222	227
6	3	201	205	210	214	219	224	230	235	240
6	4	205	209	212	217	221	224	231	234	240
7	1	202	205	208	211	214	217	223	229	234
7	2	200	203	206	209	213	217	221	226	230
7	3	200	204	208	211	216	221	227	232	227
7	4	200	203	207	212	217	222	228	232	238
8	1	201	203	205	209	212	215	220	226	231
8	2	201	203	207	211	215	218	221	224	230
8	3	203	207	210	214	217	222	227	233	239
8	4	203	207	211	216	220	224	230	235	241
9	1	203	205	207	212	214	218	221	225	231
9	2	202	204	208	212	214	217	220	226	232

9	3	201	204	209	213	217	221	225	230	234
9	4	205	209	213	218	223	228	233	237	242
10	1	202	204	206	209	212	217	222	226	230
10	2	202	204	207	211	215	219	222	225	231
10	3	202	206	210	214	219	224	228	233	237
10	4	202	206	211	216	221	226	231	236	242



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Variable 12 Incr. Peso P2-P1	Variable 13 Incr. Peso P3-P2	Variable 14 Incr. Peso P4-P3	Variable 15 Incr. Peso P5-P4	Variable 16 Incr. Peso P6-P5	Variable 17 Incr. Peso P7-P6	Variable 18 Incr. Peso P8-P7	Variable 19 Incr. Peso P9-P8	Variable 20 Incr. Peso P9-P1	Variable 21 Cons. total Alim
2	3	2	3	3	3	3	2	21	2676
2	3	2	3	2	3	4	4	23	2688
2	3	3	3	3	2	3	3	22	2676
2	3	3	2	2	2	3	2	19	2652
2	3	3	2	3	2	4	3	22	2652
2	2	3	3	2	3	3	3	21	2676
2	2	3	2	3	2	3	3	20	2640
2	2	3	3	3	3	3	3	22	2688
3	3	2	3	3	3	3	2	22	2664
2	2	3	3	3	3	3	3	22	2664
2	2	2	3	2	2	3	3	19	2640
2	3	3	2	3	3	4	3	23	2712
2	3	3	3	2	3	2	3	21	2688
2	3	2	3	3	3	3	2	21	2712
2	2	3	2	3	3	3	3	21	2652
2	2	3	3	2	3	3	3	21	2664
2	2	3	3	3	3	3	3	22	2676
2	3	3	3	2	2	3	2	20	2652
2	3	3	2	3	3	2	4	22	2700
2	2	2	3	2	2	3	2	18	2652
2	2	3	3	2	3	3	3	21	2664
2	3	2	2	3	2	3	3	20	2652
2	2	2	3	3	2	3	3	20	2652
2	2	2	3	2	2	3	3	19	2664
2	2	3	2	3	3	3	3	21	2664
2	2	2	2	3	3	2	4	20	2652
2	2	2	3	2	2	3	3	19	2664
2	2	2	3	3	3	4	3	22	2664
2	2	2	3	2	3	3	2	19	2652
2	3	2	2	3	2	3	4	21	2652
2	3	2	2	3	2	3	4	21	2652
2	2	2	3	2	3	2	3	19	2628
2	2	2	3	3	3	2	3	20	2652
2	2	2	3	3	3	4	2	21	2676
1	2	2	3	3	3	2	3	19	2652
2	2	2	3	3	2	3	3	20	2640

2	1	2	2	3	2	3	3	18	2640
1	2	2	3	3	2	3	3	19	2652
3	2	2	2	3	3	2	3	20	2628
2	2	2	3	2	2	2	3	18	2652
3	4	5	4	4	3	4	5	32	2646

ANEXO 7. Fotografías del proceso de investigación.



PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DEL BLOQUE NUTRICIONAL.



RECOLECCIÓN DEL CONTENIDO RUMINAL EN RECIPIENTES.



ELABORACIÓN DEL BLOQUE NUTRICIONAL CON SUS RESPECTIVOS PORCENTAJES DE CONTENIDO RUMINAL.



TERMINADO DEL BLOQUE NUTRICIONAL PARA SU RESPECTIVA ALIMENTACIÓN DE LOS BOVINOS EN ESTUDIO.



VERIFICACIÓN DE CADA TRATAMIENTO Y EL CONSUMO DEL BLOQUE NUTRICIONAL DE LOS TORETES EN ESTUDIO.



BOVINOS LLEGANDO A CADA CORRAL PARA SU RESPECTIVA ALIMENTACIÓN CON SUS RESPECTIVOS NIVELES DE BLOQUE NUTRICIONAL.



CONSUMO DEL PASTO BRAQUIARIA EN SUS RESPECTIVOS POTREROS DE CADA TRATAMIENTO.



REGISTROS DE LOS PESOS DE LOS TORETES CADA QUINCE DÍAS.



CONSUMO DEL BLOQUE NUTRICIONAL EN LOS BUNQUES.