

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS – I.A.S.A.

“GRAD. CARLOMAGNO ANDRADE PAREDES”

**ADICIÓN DEL CLORURO DE COLINA EN LA
ALIMENTACIÓN Y SU INFLUENCIA EN TERNERAS DE
HASTA 6 MESES DE EDAD. MACHACHI - PICHINCHA**

previa a la obtención de Grado académico o Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

ANTONIO ALEJANDRO GONZÁLEZ IBARRA

Sangolquí, Mayo 2007

I.A.S.A.

**“ADICIÓN DEL CLORURO DE COLINA EN LA
ALIMENTACIÓN Y SU INFLUENCIA EN TERNERAS DE
HASTA 6 MESES DE EDAD. MACHACHI - PICHINCHA”**

ANTONIO ALEJANDRO GONZÁLEZ IBARRA

REVISADO Y APROBADO:

Ing. M.Sc. Norman Soria

**COORDINADOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
I.A.S.A.**

Ing. Rómulo Falconí

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Ing. Diego Vela T.

CODIRECTOR DE INVESTIGACION

Ing. Marco Luna

BIOMETRISTA

Dr. Carlos Orozco

SECRETARIO ACADÉMICO

**“ADICIÓN DEL CLORURO DE COLINA EN LA
ALIMENTACIÓN Y SU INFLUENCIA EN TERNERAS DE
HASTA 6 MESES DE EDAD. MACHACHI - PICHINCHA”**

ANTONIO ALEJANDRO GONZÁLEZ IBARRA

**APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL
DE CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO**

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. Rómulo Falconí DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
Ing. Diego Vela T. CODIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

**CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN ESTA
SECRETARIA**

Dr. Carlos Orozco
SECRETARIO ACADÉMICO

CERTIFICACIÓN

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Rómulo Falconí

CODIRECTOR

Ing. Diego Vela T.

Que el trabajo de investigación titulado “ADICIÓN DEL CLORURO DE COLINA EN LA ALIMENTACIÓN Y SU INFLUENCIA EN TERNERAS DE HASTA 6 MESES DE EDAD. MACHACHI - PICHINCHA” y realizado por el Egdo. ANTONIO ALEJANDRO GONZÁLEZ IBARRA ha sido realizado prolijamente y cumple con los requerimientos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por el ESPE, por lo que permitimos acreditarles y autorizar al Egdo. ANTONIO ALEJANDRO GONZÁLEZ IBARRA para que lo sustente públicamente.

Mayo, 2007

Ing. Rómulo Falcón

DIRECTOR

Ing. Diego Vela T.

CODIRECTOR

CERTIFICACIÓN

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Rómulo Falconí

CODIRECTOR

Ing. Diego Vela T.

Que el trabajo de investigación titulado “ADICIÓN DEL CLORURO DE COLINA EN LA ALIMENTACIÓN Y SU INFLUENCIA EN TERNERAS DE HASTA 6 MESES DE EDAD. MACHACHI - PICHINCHA” fue realizado por el Egdo. ANTONIO ALEJANDRO GONZÁLEZ IBARRA y se ha incluido en 5 CDS los DOCUMENTOS COMPLETOS Y ANEXOS NECESARIOS.

Mayo, 2007

Ing. Rómulo Falcón

DIRECTOR

Ing. Diego Vela

CODIRECTOR

AUTORIZACION

Todos los cuadros, como tablas que constan en el presente documento podrían ser publicados y reproducidos en beneficio de la ESPE, por la página WEB.

Antonio Alejandro González Ibarra

8 de Mayo del 2007

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
I.A.S.A**

***ADICIÓN DEL CLORURO DE COLINA EN LA ALIMENTACIÓN Y
SU INFLUENCIA EN TERNERAS DE HASTA 6 MESES DE EDAD.
MACHACHI - PICHINCHA***

2007

RESUMEN

Los objetivos de la presente investigación fueron cuantificar el efecto de la colina en el aumento de peso y analizar el efecto sobre la sanidad en las terneras en los primeros seis meses de edad con la alimentación normal de la hacienda “El Jordán” y la suplementación con tres niveles de Colina durante los tres primeros meses de edad.

Para cumplir con estos objetivos se calculó la dosis necesaria de Colina que una ternera necesita dependiendo del peso, desde el nacimiento hasta los tres meses de edad.

Con esta información, se determinaron las dosis a suplementar con 16 mg, 26 mg y 36 mg de Colina / Kg de Peso Vivo más la alimentación normal de la hacienda, que constituían los tratamientos, y el testigo.

Para la fase de campo se utilizaron terneras de cruce holstein con brown swiss y se tomaron datos del peso, altura, diámetro del barril, mortalidad, ganancia de peso diaria y consumo de alimento (Forraje y Balanceado) para determinar la conversión alimenticia.

Se utilizó un diseño completamente al azar para los cuatro tratamientos conformados por los niveles de Colina y el testigo, con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de una ternera.

El análisis estadístico para los correspondientes datos de peso, altura y diámetro de barril, mostraron diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo. ($p=7,523E-5$, $p=0,001$, $p=5,547E-4$) respectivamente. Siendo el tratamiento 1 el que dio mejores resultados tanto en peso, altura y diámetro del barril.

El análisis económico muestra que al suplementar colina los costos de alimentación son inferiores al del testigo en todos los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento más económico es el T1 con 16 mg. de colina / kg de peso, con un costo de \$ 446,21 por unidad experimental al final.

Finalmente, se concluye que el cloruro de colina bajo las condiciones en las que se dio el estudio, constituye una buena suplementación para el crecimiento de terneras desde el nacimiento hasta los tres meses de edad, siendo sus costos muy económicos y los beneficios muy importantes para la producción.

SUMMARY

The objectives of the present investigation were to quantify the effect of the choline in the increase of weight and to analyze the effect on the calves' health during the first six months of age. The feeding consisted in the normal one of the property "El Jordán" and the suplementasion with three levels of choline during the three first months of age.

In order to fulfill these objectives, the dose of choline was calculated depending on the weight and the calf's necessity. With this information, were determined the following dose: 16 mg, 26 mg and 36 mg of choline/kg of Alive Weight. These dose, that were added to the normal feeding of the property, constituted the treatments, and the witness.

For the experiment were used calves product of a crossing Holstein with Brown Swiss, and the data taken was weight, height, diameter of the barrel, mortality, daily gain of weight and food consumption (Concentrate and Forage) to determine the nutritional conversion.

A completely random design was used for the four treatments conformed by the choline levels and the witness, with four repetitions. The experimental unit was of one calf.

The statistical analysis for the corresponding data of weight, height and diameter of barrel, showed significant differences between the treatments and the witness ($p=7,523E-5$, $p=0,001$, $d=5,547E-4$) respectively. The treatment 1 was the one that gave better results in weight, height and diameter of the barrel.

The economic analysis shows that when choline levels are added to the feeding costs are inferior to the one of the witness in all the treatments. However, the most economic treatment is TI (16 mg of choline/kg of weight), with a cost of \$ 446,21 per experimental unit at the end.

Finally, as conclusion, the choline, under the conditions in which the experiment occurred, is a good supplement for the growth of calves since their birth until they are three months of age, because of the economic costs and benefits for the production.

DEDICATORIA

A mis padres por ser mi consejo y mi apoyo durante toda mi vida, a mi hija Carolina esperanza, fuerza e ilusión de mi presente y futuro.

Antonio A. González I.

AGRADECIMIENTO

A Dios arquitecto de nuestra vida, a mis padres por su paciencia, apoyo y dedicación para formar un hombre de bien, a mis hermanos por su cariño y respeto, a mi negrita por su compañía y apoyo durante todo este tiempo.

A mi Director, Codirector y Biometrista por sus consejos y colaboración para la culminación de este proyecto.

Antonio A. González I.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1. Definición del problema.....	1
2. Justificación e Importancia.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
1. Objetivo General.....	3
2. Objetivos Específicos.....	3
III. HIPÓTESIS.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
1. El ganado lechero.....	5
1.1 Alimentación de ganado productor de leche.....	5
1.1.1 Terneras: calostro y leche.....	6
1.1.2 Terneras de 90 a 180 días de edad.....	8
1.2 El estómago de una ternera recién nacida.....	8
1.2.1 Digestión de leche por las terneras.....	8
1.2.2 Metas de alimentación antes del destete.....	10
1.2.3 Alimentando con leche a las terneras.....	10
1.2.3.1 Frecuencia de alimentación.....	12
1.2.3.2 Método de alimentación.....	12
1.2.3.3 Temperatura de la leche.....	13
1.2.3.4 Tipos de leche.....	13
1.4 Formulación e inicio de la alimentación con dietas sólidas.....	14
1.4.1 Concentrado.....	14
1.4.2 Sal mineralizada.....	17
1.4.3 Forraje verde.....	18

1.4.5	Agua.....	19
1.5	Inicio de pastoreo.....	20
1.6	Destete de la ternera.....	23
2.	Manejo sanitario.....	23
2.1	Descorne.....	23
2.2	Eliminación de pezones supernumerarios.....	24
3.	Control de enfermedades.....	25
3.1	Diarrea.....	26
3.2	Neumonía.....	27
3.3	Difteria.....	30
4.	Anatomía general, desarrollo y función del sistema digestivo.....	31
4.1	Crecimiento y maduración del tejido intestinal.....	31
4.2	Relaciones generales entre la fisiología de la digestión y la nutrición del ternero joven.....	36
5.	Tasa de crecimiento.....	38
5.1	Importancia de la tasa de crecimiento.....	38
5.1.1	Tasa de crecimiento deseada y edad al primer parto.....	39
5.1.2	Tasa de crecimiento y madurez sexual.....	42
5.1.3	Tasa de crecimiento y prácticas de manejo.....	43
5.1.4	Peso corporal y problemas al parto.....	44
5.1.4.1	Peso corporal y rendimiento en la primera lactancia.....	45
5.1.4.2	Crecimiento constante versus variable.....	46
5.2.	Tasas de crecimiento antes y después de la pubertad.....	47
5.2.1	Efectos de la sobrealimentación y crecimiento rápido antes de la pubertad.....	47

5.2.2	Desarrollo mamario y habilidad para la producción de leche.....	49
5.2.3	Efectos de la subalimentación y crecimiento lento antes de la pubertad.....	50
5.2.3	Efectos de sobrealimentación después de la pubertad.....	52
5.2.4	Efectos de una mala alimentación después de la pubertad (durante la gestación).....	53
5.3	Crecimiento compensatorio.....	54
5.3.1	Tasas de crecimiento recomendadas.....	55
6.	Vitaminas.....	57
6.1	Vitaminas liposolubles.....	59
6.1.1	Colina.....	59
6.1.1.1	Funciones de la colina.....	62
6.1.1.2	Problemas por la deficiencia de colina.....	63
6.1.1.3	Requerimientos de vitaminas del ternero prerumiante.....	65
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	67
1.	Materiales y equipos.....	67
1.1	Material de campo.....	67
1.2	Alimentación.....	67
1.3	Equipos de medición.....	68
1.4	Otros materiales.....	68
2.	Ubicación geográfica.....	68
3.	Metodología.....	69
3.1	Cálculo de la dosis de colina / kg de peso.....	69
3.2	Preparación de instalaciones.....	70
3.2.1	Preparación de los comederos.....	70

3.2.2	Ubicación de las terneras en los corrales.....	72
3.3	Alimentación de las terneras.....	73
3.3.1	Pesaje de las dosis de colina para cada ternera.....	73
3.3.2	Alimentación líquida con la colina.....	74
3.3.3	Alimentación con forraje.....	75
3.3.4	Alimentación con balanceado.....	75
3.4	Análisis estadístico.....	76
3.4.1	Descripción de los tratamientos.....	77
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	78
1.	Peso.....	78
2.	Altura.....	86
3.	Diámetro del barril.....	92
4.	Ganancia de peso diaria.....	101
5.	Conversión alimenticia.....	107
6.	Consumo de balanceado y forraje	109
7.	Mortalidad.....	112
8.	Análisis económico.....	113
VII.	CONCLUSIONES.....	115
VIII.	RECOMENDACIONES.....	117
IX.	ANEXOS.....	119
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	128

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Programa de Alimentación líquida para terneras.

Tabla 2. Ingredientes de concentrado de iniciación en porcentaje

Tabla 3. Ingredientes de concentrado de crecimiento en porcentaje.

Tabla 4. Ingredientes para realizar mezclas minerales en porcentaje.

Tabla 5. Esquema de alimentación con leche entera. Alternativa 1

Tabla 6. Esquema de alimentación con leche entera. Alternativa 2

Tabla 7. Esquema de alimentación con leche entera. Alternativa 3

Tabla 8. Concentraciones recomendadas a de las vitaminas en la dieta del ternero prerumiante comparadas con las concentraciones halladas en la leche entera en polvo

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Estómago de una Ternera recién nacida.
- Figura 2.** Estructura Química de la Colina
- Figura 3.** Colocación de Malla en los comederos
- Figura 4.** Colocación de Malla en los comederos
- Figura 5.** Comederos con malla y forraje
- Figura 6.** Preparación de los corrales con Paja y Colocho
- Figura 7.** Terneras en los corrales individuales Tratamiento 1
- Figura 8.** Terneras en los corrales individuales Tratamiento 2
- Figura 10.** Terneras en los corrales individuales Tratamiento 4
- Figura 11.** Terneras en los corrales individuales Tratamiento 3
- Figura 12.** Alimentación Líquida con Colina
- Figura 13.** Alimentación con forraje
- Tabla. 14.** Alimentación con Balanceado

ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.** Análisis de varianza de los pesos promedio al nacimiento
- Cuadro 2.** Análisis de varianza de los pesos promedio al primer mes
- Cuadro 3.** Análisis de varianza de los pesos promedio al segundo mes
- Cuadro 4.** Análisis de varianza de los pesos promedio al tercer mes
- Cuadro 5.** Prueba de Duncan para el tercer mes.
- Cuadro 6.** Análisis de varianza de los pesos promedio al cuarto mes
- Cuadro 7.** Prueba de Duncan al 5% para el cuarto mes
- Cuadro 8.** Análisis de varianza de los pesos promedio al quinto mes
- Cuadro 9.** Prueba de Duncan al 5 % para el quinto mes
- Cuadro 10.** Análisis de varianza de los pesos promedio al sexto mes
- Cuadro 11.** Prueba de Duncan al 5 % para el sexto mes.
- Cuadro 12.** Análisis de varianza de las alturas promedio al nacimiento
- Cuadro 13.** Análisis de varianza de las alturas promedio del primer mes
- Cuadro 14.** Análisis de varianza de las alturas promedio al segundo mes
- Cuadro 15.** Análisis de varianza de las alturas promedio al tercer mes
- Cuadro 16.** Análisis de varianza de las alturas promedio al cuarto mes
- Cuadro 17.** Prueba de Duncan al 5 % para el cuarto mes
- Cuadro 18.** Análisis de varianza de las alturas promedio al quinto mes
- Cuadro 19.** Prueba de Duncan al 5 % para el quinto mes
- Cuadro 20.** Análisis de varianza de las alturas promedio al sexto mes
- Cuadro 21.** Prueba de Duncan al 5 % para el sexto mes
- Cuadro 22.** Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al nacimiento
- Cuadro 23.** Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al primer mes

- Cuadro 24.** Prueba de Duncan al 5 % al primer mes
- Cuadro 25.** Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al segundo mes
- Cuadro 26.** Prueba de Duncan al 5 % para el segundo mes.
- Cuadro 27.** Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al tercer mes
- Cuadro 28.** Prueba de Duncan al 5 % para el tercer mes.
- Cuadro 29.** Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al cuarto mes
- Cuadro 30.** Prueba de Duncan al 5 % para el cuarto mes
- Cuadro 31.** Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al quinto mes
- Cuadro 32.** Prueba de Duncan al 5 % para el quinto mes.
- Cuadro 33.** Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al sexto mes
- Cuadro 34.** Prueba de Duncan al 5 % para el sexto mes.
- Cuadro 35.** Análisis de varianza de la ganancia de peso promedio en el período 1 a 2
- Cuadro 37.** Análisis de varianza de la ganancia de peso promedio en el período 2 a 3
- Cuadro 38.** Análisis de varianza de la ganancia de peso promedio en el período 3 a 4
- Cuadro 39.** Análisis de varianza de la ganancia de peso promedio en el período 4 a 5
- Cuadro 40.** Análisis de varianza de la ganancia de peso promedio en el período 5 a 6
- Cuadro 41.** Prueba de Duncan al 5 % para el período 5 a 6
- Cuadro 42.** Análisis de varianza de la ganancia de peso promedio en el período 6 a 7
- Cuadro 43.** Análisis de varianza de la conversión alimenticia en los seis meses de estudio
- Cuadro 44.** Mortalidad de los tratamientos durante el experimento
- Cuadro 45.** Análisis de costos fijos y variables
- Cuadro 46.** Costos por Tratamientos

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1.** Promedio de pesos en kg de los tratamientos
- Gráfico 2.** Promedio de las alturas en cm de los tratamientos
- Gráfico 3.** Promedio de los diámetros de barril en cm de los tratamientos
- Gráfico 4.** Promedio de la ganancia de peso gr /día de los tratamientos
- Gráfico 5.** Conversión alimenticia de los tratamientos
- Gráfico 6.** Porcentaje del consumo de balanceado m.s. del total de m.s.
- Gráfico 7.** Porcentaje del consumo de forraje m.s. del total de m.s.
- Gráfico 8.** Total consumo de materia seca en gr. de los tratamientos

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos tabulados de pesos

Anexo 2. Datos tabulados de alturas

Anexo 2. Datos tabulados de diámetros de barril

Anexo 4. Datos tabulados de ganancias de peso

Anexo 5. Datos tabulados de promedios del consumo de balanceado y forraje

Anexo 6. Evaluando la nutrición de las terneras con gráficas de crecimiento. (Hazard T, 1999)

Anexo 7. Calificación de condición corporal y tabla de crecimiento para razas lecheras grandes (Holstein y Pardo Suizo). (Hazard T, 1999)

I. INTRODUCCIÓN

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La crianza de terneras de leche en la región interandina del Ecuador, es probablemente la fase más crítica, costosa y determinante del futuro de una explotación ganadera. Aunque los ganaderos intuyen la importancia de esta fase, no se evidencia resultados alentadores.

La mortalidad de los terneros ya sea en las primeras horas de vida o antes del destete, representa un porcentaje muy alto, que lleva a grandes pérdidas económicas.

Para evitar estas pérdidas, es necesario investigar nuevos métodos de manejo y alimentación de los animales, para de esta forma disminuir la mortalidad y a su vez optimizar recursos disponibles.

Es importante tener en cuenta el costo de los diferentes sustitutos de leche, balanceado y todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las terneras, por tal motivo es importante optimizar al máximo dichos nutrientes.

El objeto de esta investigación es la suplementación de colina ya que al considerarse una vitamina necesaria en las primeras etapas de crecimiento en terneras, en muchas haciendas no se presta atención a su suplementación por lo que esto repercute económica y productivamente.

2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La ganadería de leche tiene como uno de sus objetivos tener un crecimiento acelerado de las terneras ya que se busca que la tasa de desarrollo sea tal, que al llegar a tener un peso entre 320 a 350 Kg (Peso al empadre), se de lo más temprano posible.

Teniendo en cuenta que el sistema digestivo de una ternera no está totalmente desarrollado al nacimiento pero pasa por un drástico desarrollo durante los primeros meses de vida. Únicamente alimento líquido puede ser utilizado efectivamente por las terneras por unas cuantas semanas de vida. Por lo que se busca que la iniciación del consumo de concentrado y forraje empiece lo más pronto posible esto para que la ganancia de peso empiece progresivamente y se tenga animales sanos y con buenos pesos para ser destetados. Un objetivo muy claro que se tiene es que el nivel de grasa no aumente ya que perjudicaría el desarrollo de la glándula mamaria, específicamente los alvéolos de la misma responsables de la producción de leche y por ende se vería afectada la futura producción (Grijalva, Aldeán, 1992).

Al usar colina se modifica el crecimiento del animal por aumento de la masa muscular y disminución de la acumulación de grasa (Martínez, Macswiney, 1997).

En el caso de ganaderías de leche, aumentar el crecimiento de las terneras mejora la eficiencia de toda la actividad, por que el número de terneras y resto de animales de reemplazo se reduce al disminuir la edad de empadre, el levante de terneras es probablemente la fase más crítica, costosa y determinante del futuro de una explotación ganadera. Por esto al mejorar la eficiencia del levante, mejoramos la rentabilidad (Grijalva, Aldeán, 1992).

II. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Evaluar la influencia del Cloruro de Colina sobre el peso de terneras hasta los seis meses de edad.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar el efecto de la colina en el aumento de peso de las terneras hasta los seis meses de edad.
- Analizar el efecto sobre la sanidad en las terneras en los primeros seis meses de edad.
- Determinar económicamente el uso de colina en la alimentación de terneras.

III. HIPÓTESIS

El uso de cloruro de colina en la dieta de terneras en lactancia no tiene ningún efecto sobre la ganancia de peso.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

1. EL GANADO LECHERO

1.1 Alimentación de ganado productor de leche

El objetivo ideal de las explotaciones lecheras es obtener una ternera y una lactancia anuales; en torno a tal objetivo giran la mayoría de las prácticas alimenticias y zootécnicas actuales.

La producción lechera puede clasificarse en dos tipos principales: la altamente tecnificada de las lecherías tradicionales de clima templado y la lechería secundaria (Oleas, 1999).

En la primera se utiliza ganado de razas puras especializadas, que se alimentan en praderas o con forraje de corte (fresco, henificado o ensilado) con complementación adecuada; inseminación artificial; prevención y tratamiento de mastitis, retención de placenta y problemas de patas y otros; ordeña mecánica; planta enfriadora de leche; etc.

En la lechería secundaria la leche es solamente un subproducto de la ganadería; en este caso se emplean animales no especializados que se alimentan en agostadero con complementación mínima u ocasional; ordeña manual; venta de la leche cruda directamente a intermediarios, etc (Oleas, 1999).

Ambas ganaderías contribuyen a la producción del que indiscutiblemente es el alimento más completo para el humano.

1.1.1 Terneras: calostro y leche

Prácticamente a todos los animales (machos y hembras) que nacen en las explotaciones lecheras se les permite el acceso al calostro, que es primordialmente su fuente de anticuerpos y energía, y que en general no tiene ninguna otra utilidad para el productor (a menos que lo congele o fermente, y lo emplee como sustituto de leche).

El ternero macho se comercializa a la edad de tres a cuatro días, para obtener la llamada carne de ternera, o bien se le alimenta solamente a base de leche hasta los 100 a 150 Kg, sin que tenga acceso a forrajes pigmentados, con dietas marginales en hierro, alojándolo en la oscuridad, con objeto de producir carne muy blanca que alcanza un precio superior a la carne roja común de bovino (Oleas, 1999).

Sin embargo, debido a la creciente oposición de las sociedades humanitarias, es probable que en un futuro esta forma de producción se modifique radicalmente.

En algunos países se maneja y alimenta al ternero macho (especialmente al *Holstein*) como ganado productor de carne, aprovechando en esa forma su capacidad para crecer a un ritmo comparable e incluso superior al de animales de las razas especializadas en la producción de carne.

La hembra que se reserva para reemplazo se alimenta con leche, concentrado y forraje hasta los 60 a 90 días de edad. La leche se proporciona a razón de 4 lt diarios, los cuales pueden administrarse en una o dos tomas, en biberón o cubeta, fríos o tibios, sin que parezca haber diferencia en el comportamiento de las terneras.

Dado el alto costo de la leche, puede optarse por el uso de sustitutos de la misma, los cuales varían en composición según cada fabricante. En general deben emplearse las formulaciones que tengan la mayor cantidad posible de subproductos lácteos (leche en polvo, suero seco de leche, leche descremada y deshidratada, caseína, etc.).

La composición química debe garantizar al menos 20 % de proteína y 10 % de grasa, salvo cuando se emplean subproductos de la soya, en cuyo caso el nivel mínimo de proteína debe fluctuar entre 22 y 24 % (Oleas, 1999).

La fuente de grasa puede ser láctea, de bovino, cerdo o coco; en caso de contener aceites vegetales, éstos deben haber sido previamente hidrogenados para saturarlos. El empleo de lecitina en las fórmulas tiene por objeto facilitar la emulsificación de los lípidos.

Se recomienda que los glúcidos de los sustitutos sean glucosa o lactosa, pues la ternera joven tiene una capacidad limitada para la digestión de la sacarosa y del almidón.

El producto debe proporcionarse, en cantidades tales que aporten un mínimo de 350 a 400g de sólidos diarios. En general, el comportamiento de las terneras será mejor en la medida que los sustitutos contengan más subproductos lácteos (Oleas, 1999).

La ganancia de peso de los animales por sustitutos es menor que la de las terneras por leche; sin embargo, se observa que para cuando las terneras tengan 15 meses de edad, el peso es similar para ambos grupos.

Una segunda opción es alimentar a las terneras a base de calostro, ya sea fresco, descongelado o preservado mediante fermentación. Para esto último se coloca el producto en depósitos cerrados a temperatura ambiente por un mínimo de 21 días, con lo que se obtiene una fermentación espontánea de tipo ácido por lactobacilos, pudiendo entonces utilizarse el producto por un tiempo razonable (incluso varios meses).

1.1.2 Terneras de 90 a 180 días de edad

Se les proporciona un forraje de buena calidad en cantidades libres, de 1 a 2 Kg diarios de un concentrado con 16 % de proteína. De un peso inicial de 90 Kg, se espera que alcancen 150 Kg, lo que significa una ganancia promedio diaria de 750 gramos.

1.2 El estómago de una ternera recién nacida

El sistema digestivo de una ternera no está totalmente desarrollado al nacimiento pero pasa por un drástico desarrollo durante los primeros meses de vida. Al nacimiento, el sistema digestivo funciona como el de un animal con un solo estómago; el abomaso es el único estómago funcional (Figura 1). Como resultado, únicamente alimento líquido puede ser utilizado efectivamente por las terneras con unas cuantas semanas de vida (Oleas, 1999).

1.2.1 Digestión de leche por las terneras

La digestión de leche se lleva principalmente por los ácidos y las enzimas producidas en el abomaso. Cuando la leche entera entra al abomaso se forma un cuajo.

La formación del cuajo resulta de la coagulación de la proteína de la leche o caseína, bajo la acción de dos enzimas, renina y pepsina así como por el ácido clorhídrico, el cual es un ácido fuerte. La grasa de la leche así como algo de agua y minerales también quedan atrapados en el cuajo que es retenido en el abomaso. (Barrera, León, 1991).

Los otros componentes, principalmente proteínas del suero, lactosa y muchos minerales, se separan del cuajo y pasan al intestino delgado rápidamente (hasta 200 ml por hora). La lactosa es digerida rápidamente y en contraste con la caseína y la grasa provee de energía inmediata para la ternera.

Hasta hace algunos años, los investigadores creían que la formación del cuajo tenía que tomar lugar en el abomaso para obtener una buena digestión de las proteínas. Las proteínas en el sustituto de leche que no formaban un cuajo firme fueron consideradas insatisfactorias. Sin embargo, trabajos recientes indican que sin importar la habilidad de formar cuajo, ciertas fuentes proteicas en el sustituto de leche pueden producir tasas de desarrollo satisfactorias en las terneras (Barrera, León, 1991).

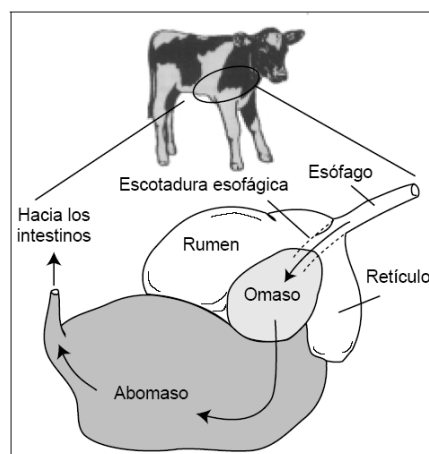


Figura 1. Estómago de una Ternera recién nacida.

Fuente: (Oleas, 1999)

1.2.2 Metas de alimentación antes del destete

En la crianza de terneras lecheras, las mayores metas de la fase de alimentación líquida son:

- Criar terneras sanas.
- Obtener un crecimiento esquelético adecuado.
- Evitar el retardo en el desarrollo del rumen al suministrar grandes cantidades de leche durante largo tiempo.

Una buena salud es más importante que un rápido crecimiento. En realidad una tasa rápida de crecimiento no puede ser alcanzada con dietas líquidas (ganancias de peso corporales de 250-400 (g/día) ya que después del destete, el crecimiento del músculo y del tejido adiposo ocurre a una tasa más rápida (ganancias de peso corporales de 700-900 g/día) (Oleas, 1999).

1.2.3 Alimentando con leche a las terneras

Después del calostro y de la leche de transición, a la ternera se le debe de alimentar con leche que posea el más alto valor nutricional para permitir un crecimiento satisfactorio al menor costo.

Así, los siguientes factores son importantes:

- ✓ Tipo de leche ofrecida

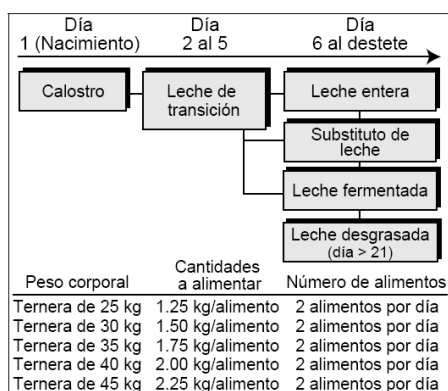
- ✓ Tamaño del alimento
- ✓ Frecuencia de alimentación
- ✓ Método de alimentación
- ✓ Temperatura de la leche

Adicionalmente, la salud de la ternera está mejor protegida cuando algunas reglas higiénicas se siguen:

- Ropa (incluyendo los zapatos) y las manos de la persona que prepara los alimentos deben de estar limpias.
- El equipo utilizado para almacenar, preparar y alimentar la leche debe ser muy bien limpiado y secado entre cada uso.

Una buena regla es alimentar con 1 Kg de leche por día por cada 10 a 12 Kg de peso corporal al nacimiento. En otras palabras, una ternera debe recibir 8 a 10% de su peso corporal al nacimiento cada día (3.5 Kg de leche para una ternera de 35 Kg, etc.). Las terneras deben de ser alimentadas con la misma cantidad de leche hasta que son destetadas. Conforme las terneras crecen, estas pueden utilizar mayores cantidades de leche sin embargo, limitando el consumo de leche, a las terneras se les propiciará para que consuman alimento sólido en una etapa más temprana (Oleas, 1999).

Tabla 1. Programa de Alimentación líquida para terneras.



Fuente: Oleas Telmo, 1999

1.2.3.1 Frecuencia de alimentación

Preferentemente, la leche debe de ser ofrecida en dos tomas iguales cada día, cada una conteniendo del 4 al 5% del peso corporal (la capacidad volumétrica del abomaso). La alimentación una vez por día es exitosa únicamente cuando existen condiciones muy buenas y estrictas de manejo. En la mayoría de las ocasiones, la alimentación una vez al día tiende a incrementar la frecuencia de diarrea así como otros problemas de salud (Oleas, 1999).

1.2.3.2 Método de alimentación

La alimentación con chupón fuerza a la ternera a beber lentamente y reduce la incidencia de diarrea y otros trastornos digestivos. Sin embargo, los beneficios de la alimentación con chupón se pueden perder si es que no se mantiene una higiene estricta en el equipo.

A una ternera se le puede enseñar a beber de un balde dentro de los primeros días después del nacimiento, esta técnica es fácil, rápida y requiere de poco trabajo de limpieza (Oleas, 1999).

1.2.3.3 Temperatura de la leche

Es de particular importancia el controlar la temperatura de la leche durante las primeras semanas después del nacimiento.

La leche fría tiende a causar más problemas digestivos que la leche caliente. Durante las primeras semanas después del nacimiento, la leche debe de ser administrada a la temperatura corporal (39°C), pero temperaturas más bajas son aceptables para terneras mas grandes (25-30°C) (Oleas, 1999).

1.3.3.4 Tipos de leche

No toda la leche que es producida en la granja puede ser vendida, pero las terneras pueden hacer uso de la mayoría de la leche que no es aceptable para uso comercial. Las varias clases de leche disponibles en la granja para alimentar a las terneras jóvenes son:

- ✓ Calostro adicional disponible
- ✓ Leche de transición extra
- ✓ Leche que no se puede vender (leche mastítica o que contiene antibióticos);
- ✓ Leche desgrasada u otros subproductos lecheras
- ✓ Leche entera.

- **Leche Entera**

La leche entera suplementada con un buen iniciador en grano son una combinación alimenticia excelente para terneras lecheras. El rendimiento en el crecimiento obtenido con leche entera y un iniciador en forma de grano es a menudo considerado como el estándar para evaluar otros productos o prácticas de manejo y alimentación.

1.4 Formulación e inicio de la alimentación con dietas sólidas

La importancia que tienen los alimentos sólidos (heno y concentrado) en el desarrollo del rumen del animal, está claramente demostrado. El rumen puede desarrollarse completamente a los tres meses de edad si se proporciona dietas que contengan un mínimo de 17 % de Fibra Cruda, tales como el heno, más la inclusión de alimentos concentrados. De esta forma, se puede sustituir la alimentación líquida por alimentación sólida (Barrera, León, 1991).

1.4.1 Concentrado

Desde el punto de vista económico, conviene destetar a las terneras lo más rápido posible. Cuando la ternera tiene una o dos semanas de edad, se debe iniciar la adaptación al consumo de alimentos concentrados, a fin de complementar el aporte nutritivo de la leche y heno o hierba fresca para lograr buenos incrementos de peso, superiores 500 g/día. (*Datos registrados en la Estación Experimental "Santa Catalina" del INIAP.1991*).

De acuerdo a los esquemas de alimentación que se describen más adelante, el concentrado se recomienda proporcionar en un balde o comedero. Al principio, el consumo es escaso hasta que se acostumbren, razón por lo cual, a las terneras más jóvenes se sugiere renovarles su ración dos veces al día, dando el sobrante a los de mayor edad.

Para terneros se distinguen dos tipos de concentrado, que son utilizados en muchas ganaderías de la Sierra:

- **Concentrado de iniciación.-** Se recomienda utilizarlo desde la segunda semana hasta 50-70 días de edad. Este debe tener entre el 18 y 20 % de Proteína Bruta de buena calidad, no más del 10 % de Fibra Cruda y 2,5 a 3,0 Mcal. de Energía Metabolizable (Barrera, León, 1991).

Tabla 2: Ingredientes de concentrado de iniciación en porcentaje

INGREDIENTE	PO RCENTAJE
Morochillo	45
Afrecho de trigo	20
Hna. De pescado	10
Torta de soya	7
Torta de algodón	6
Melaza	10
Minerales	2

Fuente: Barrera, León, 1991.

La cantidad y proporción de estos ingredientes, dependerán del precio y disponibilidad en el mercado. No obstante, deben cumplir con los requisitos anotados anteriormente.

- **Concentrado de crecimiento.-** Luego de los 50-70 días de edad, se les puede suministrar un concentrado, cuyos requerimientos deben fluctuar entre el 14 - 16 % de Proteína Bruta, 10 - 15% de Fibra Cruda y con 2,5 Mcal. de Energía Metabolizable. Tal como en el caso anterior, el siguiente ejemplo puede cubrir esas necesidades:

Tabla 3: Ingredientes de concentrado de crecimiento en porcentaje

INGREDIENTE	PO RCENTAJE
Morochillo	40
Afrecho de trigo	50
Hna. De pescado	2
Torta de soya	6
Minerales	2

Fuente: Barrera, León, 1991.

1.4.2 Sal mineralizada

Para un animal joven, la deficiencia de minerales puede ser tan grave como la escasez de proteínas o un suministro insuficiente de energía, ya que los minerales juegan un papel importante en el metabolismo de estos nutrientes (Oleas, 1999).

En la Sierra Ecuatoriana, se han reportado deficiencias de fósforo, calcio, yodo, cobre y sodio en los pastos, por lo que estos elementos deben incluirse en la dieta de terneras.

Una buena mezcla mineral para terneras debe tener una relación cuantitativa Ca/P de 2:1, cuyo contenido de fósforo se recomienda que sea de un 5% (Oleas, 1999).

Una forma de asegurar el consumo adecuado de minerales es adicionando sal mineralizada en el concentrado para terneras, en un porcentaje igual al 2%. Además, una vez que las terneras salen a potreros es importante que las terneras dispongan de saladeros protegidos de la lluvia, portátiles o fáciles de transportar de potrero a potrero (Oleas, 1999).

Aunque la cantidad y proporción de los ingredientes depende de los precios, disponibilidad y requerimientos específicos, se recomienda mezclas minerales para terneras, semejantes a los descritos a continuación:

Tabla 4: Ingredientes para realizar mezclas minerales en porcentaje.

INGREDIENTES	Para 45,4 Kg (100 lbs)
Harina de huesos (10 % P)	22,7 Kg (50 lb)
Sal mineralizada. (tipo ecuasal)	22,7 Kg (50 lb)
Fosfato bicálcio (17,5 % P)	13,6 Kg (30 lb)
Sal mineralizada (tipo ecuasal)	31,8 Kg (70 lb)
Hostaphos (17,5 % P)	13,6 Kg (30 lb)
Caliza o conchilla	3,2 Kg (7 lb)
Sal mineralizada (tipo ecuasal)	28,6 Kg (63 lb)
Magnafoscal (17,5 % P)	13,6 kg (30 lb)
Caliza o conchilla	4,5 Kg (10 lb)
Sal mineralizada (tipo ecuasal)	27,2 Kg (60 lb)

Fuente: Oleas, 1999

1.4.3 Forraje verde

A partir de las dos semanas de edad, las terneras deben tener a su disposición forraje preferentemente presecado o heno, hierba tierna o de mediana madurez bien poblado en hojas y de adecuada composición de gramíneas y leguminosas, para lograr un máximo consumo de Materia Seca. Ello estimulará la función ruminal, a la vez permitirá una mayor capacidad del rumen, que más tarde estará asociado con un

mayor consumo y producción (Oleas, 1999).

Cuando se suministra heno a las terneras, es necesario cumplir con ciertas recomendaciones: (Oleas, 1999)

- ✓ Debe provenir de un lote nuevo y específico para terneros.
- ✓ No se debe cortar el pasto en lugares anegados, donde posiblemente abundan parásitos.
- ✓ La hierba debe ser tierna o de mediana madurez.

Una buena manera de suministrar heno a las terneras es colocarlo en un comedero. Todo el heno que no consume la cría debe retirarse diariamente y emplearse en la alimentación de otros animales, puesto que las terneras no suelen gustar del heno que ha sido mordisqueado.

1.4.5 Agua

El agua es un recurso muy importante en la fase de crianza, ya que la falta de esta puede reducir seriamente el desarrollo de la ternera. Si bien el agua no es un nutriente, sus requerimientos son importantes, debido al sinnúmero de funciones que desarrolla en el organismo, sobre todo, porque estimula un mayor consumo de Materia Seca cuanto mayor es el consumo de agua (Barrera, León, 1991).

De modo general, un ternero consume agua diariamente, en una cantidad igual al 10 % de su Peso Vivo. Esto significa que una ternera de 50 Kg de peso, debe

tomar alrededor de 5 litros de agua (Barrera, León, 1991).

En los primeros días de nacida la ternera, es probable que la leche cubra los requerimientos de agua. Sin embargo, a medida que crece la ternera, aumenta el consumo de alimentos sólidos (heno y concentrado) por lo que, se recomienda ofrecer agua a voluntad. Esta práctica debe iniciarse entre los 15 y 30 días de edad.

Se debe suministrar agua limpia, de preferencia potabilizada, después de ofrecer la leche, especialmente entre las 10 y 12 horas del día.

1.5 Inicio de pastoreo

Al salir el animal a pastoreo, por primera vez a los 6-8 y aún 12 meses de edad, el animal está expuesto a un estrés ambiental importante debido a la gran variación en la calidad del pastizal y el clima. Ello explica en parte la demora en lograr animales con tamaño y peso adecuados para el primer servicio a una edad temprana (Barrera, León, 1991).

- Contrariamente, la ternera que inicia el pastoreo tempranamente, muestra mayor habilidad de consumo, con más horas de consumo por día, que el ternero que inicia el pastoreo a una edad tardía. Además, aparentemente la ternera mientras más joven es, tiene más habilidad para desarrollar sus defensas inmunológicas.
- Para iniciar el pastoreo de terneras se deben tomar en cuenta los siguientes criterios:

- La iniciación del pastoreo no debe coincidir necesariamente con el destete, pues el estrés que esto ocasiona debilita al animal y lo hace susceptible a enfermedades.
- Es conveniente que el pastoreo se lo realice en la mañana y tarde, debiendo regresar la ternera al establo en horas de la tarde, donde recibirán sus raciones de leche, concentrado y heno.
- El pastoreo debe ser en potreros para uso exclusivo de terneras. Por la alta selectividad de la ternera, la rotación no debe ser mayor a los cinco días y el período de descanso dependerá de la carga dada, el tipo de pasto y la época del año.
- El factor sanidad es crítico. En el período de iniciación de pastoreo los potreros deben tener las cargas parasitarias más bajas de la hacienda, para lo cual existen algunas prácticas para controlar los parásitos de los potreros:
 - ✓ Rotar las terneras en los potreros cada 5 días.
 - ✓ Renovar potreros cada año.
 - ✓ Hacer dispersión de heces y corte de igualación después del pastoreo.

Tabla 5.- Esquema de alimentación con leche entera. Alternativa 1

Semanas	Leche entera (lt./día)	Concentrado (Kg./día)	Heno	Agua
1	2 a 3 (calostro)	Menos de 1/2	A voluntad	
2	4	Menos de 1/2	"	
3	4	1/2 litro	"	A voluntad
4	4	"	"	"
5	4	"	"	"
6	4	"	"	"
7	4	1	"	"
8	4	1	"	"
9	4	1	"	"
10	4	1 y 1/2	"	"
11	4	"	"	"
12 a 26	0	"	"	"

Fuente: Barrera, León, 1991

Tabla 6.- Esquema de alimentación con leche entera. Alternativa 2

Semanas	Leche entera (lt./día)	Concentrado (Kg./día)	Heno	Agua
1	2 a 3	Menos de 1/2	A voluntad	
2	4	Menos de 1/2	"	
3	4	1/2 litro	"	A voluntad
4	4	1	"	"
5 a 26	0	1 1/2	"	"

Fuente: Barrera, León, 1991

Tabla 7.- Esquema de alimentación con leche entera. Alternativa 3

Semanas	Leche entera (lt./día)	Concentrado (Kg./día)	Heno	Agua
1	2 a 3 (calostro)	Menos de 1/2	A voluntad	
2	4	Menos de 1/2	"	
3	4	1/2 litro	"	A voluntad
4	4	"	"	"
5	4	1	"	"
6	4	1	"	"
7 a 26	0	1 1/2	"	"

Fuente: Barrera, León, 1991

1.6 Destete de la ternera

Un buen criterio para destetar la ternera consiste en observar el consumo, así, se puede destetar cuando se consiga ya sea un consumo de 1 Kg de concentrado de crecimiento o 1,2 Kg de Materia Seca, entre concentrado y forraje (Barrera, León, 1991).

El consumo de Materia Seca, puede estar representado en forma práctica de la siguiente manera:

Si consume 0,75 Kg de un concentrado que contiene el 90% de Materia Seca, consumirá 0,675 Kg de Materia Seca.

Además, si se observa un consumo de 0,650 Kg de heno de gramíneas más leguminosas, que contiene el 80% de Materia Seca, el ternero consumirá 0,525 Kg de Materia Seca (Barrera, León, 1991).

Sumando las dos partes de Materia Seca se obtendrá un consumo de: $0,675 + 0,525 = 1,2$ Kg de Materia Seca (Barrera, León, 1991).

2. MANEJO SANTIARIO

2.1 Descorne

El descorne se lo hace fundamentalmente para facilitar el manejo de los animales y

evitar posibles cornadas al personal que hace el manejo como también cornadas entre animales.

El descorne se debe realizar de 10 a 21 días de nacida la ternera. A esta edad los botones del cuerno son fáciles de localizar y el tejido es lo suficientemente blando para asegurar un fácil descorne con cualquiera de los métodos que se indican a continuación: (Oleas, 1999)

1. Pasta descornadora o barra de potasa cáustica.
2. Descornadores eléctricos.
3. Descornadores calentados a fuego.

En ganadería de leche se utiliza la pasta descornadora, para lo cual se recomienda seguir los siguientes pasos:

- ✓ Sujeción del animal (hembras de 10-21 días de edad).
- ✓ Ubicación del botón.
- ✓ Depilación de la zona, con una tijera.
- ✓ Aplicación de vaselina sólida o grasa alrededor del botón.
- ✓ Colocación de la pasta descornadora en el botón.
- ✓ Separación del animal, para evitar contacto con otros animales.

2.2 Eliminación de pezones supernumerarios

Las terneras pueden nacer con más de cuatro pezones. Generalmente, los pezones supernumerarios están ubicados detrás de los pezones posteriores, pero pueden

estar entre los pezones anteriores y los posteriores o a los lados de la ubre. Puesto que los pezones supernumerarios dan mal aspecto a la ubre y pueden ser un obstáculo para el ordeño, estos se deben extirpar a la edad de 10 a 12 meses (Oleas, 1999).

Con la ternera sujeta y recostada, se procede a lavar la ubre, hasta dejarla limpia, utilizando una solución antiséptica. Es necesario identificar muy bien al pezón supernumerario, sujetarlo con una pinza hemostática o con los dedos de la mano y mediante una tijera curva extirpar el pezón fácilmente. La pinza debe quedar sujeta por unos minutos y después retirarla. Finalmente, en la herida ocasionada se aplica yodo o alcohol (Oleas, 1999).

3. CONTROL DE ENFERMEDADES

Las enfermedades de las terneras, suelen presentarse y complicarse cuando no se toman en cuenta los siguientes factores:

Errores de alojamiento y alimentación, establos sucios y fríos, corrientes de aire, uso permanente de establos sin desinfección, mala ventilación, utensilios sucios, leche fría y alimentos viejos o mal conservados.

Las principales enfermedades que afectan a las terneras son:

Diarrea

Es una de las enfermedades más importantes de las terneras recién nacidas. Se caracteriza por una diarrea profusa, causando debilidad aguda y muerte (Oleas, 1999).

Causas:

La diarrea de tipo infecciosa, es causada principalmente por bacterias *Escherichia coli*, aunque hay otras bacterias y virus que también pueden ser causantes de esta alteración. Al parecer, hay factores que predisponen a esta enfermedad, ya que disminuyen la resistencia de la ternera a la infección:

- ✓ Falta de calostro. Las terneras que han carecido de suficiente calostro son altamente susceptibles a la diarrea infecciosa.
- ✓ Administración de leche fría o en exceso, lo que ocasiona indigestiones debido a la alteración en la función de las enzimas digestivas.
- ✓ Cambios repentinos en el clima y exposición brusca de las terneras al frío, humedad o corrientes de aire.

Síntomas:

Este tipo de diarrea ocurre con frecuencia en terneras menores de 2-3 semanas de edad. Las terneras pueden mostrar los primeros síntomas dentro de las 24 horas posteriores a su nacimiento. Caen en letargo, no toman alimento y pueden denotar síntomas de

dolor abdominal cuando se los palpa. Pueden morir dentro de un lapso de 24 horas sin mostrar diarrea (Oleas, 1999).

Las heces son de color claro y acuosas pudiendo presentar burbujas de gas y partículas de sangre. La ternera se muestra afiebrada, pierde peso rápidamente, los ojos se le hundien y muere dentro de 2 a 5 días.

La diarrea infecciosa puede propagarse rápidamente a todo el rebaño de terneras, causando muchas muertes, si no se toman las medidas adecuadas de tratamiento (Oleas, 1999).

Tratamiento:

Las drogas a base de sulfas y diferentes antibióticos han demostrado efectividad. La dosis depende de la droga usada, la edad y peso relativos de la ternera (Furia, 2000).

Neumonía

La neumonía o "mal bobo" es una enfermedad aguda y enzoótica (contagiosa) que se caracteriza por una secreción nasal y dificultades en la respiración de la ternera (Oleas, 1999).

Causas:

Es una enfermedad de tipo viral, probablemente complicada con invasión bacterial

secundaria. Así, el principal responsable es el virus Parainfluenza Tipo 3(PI3). Los virus y bacterias pueden ser invasores simultáneos, pero ello se debe a algunos factores predisponentes directos:

- ✓ Mal calostraje, lo que resulta en terneros débiles.
- ✓ Exposiciones bruscas a bajas temperaturas como corrientes de aire, noches frías, alojamientos húmedos.
- ✓ Hacinamiento o demasiados terneros en un establo con mala ventilación, existiendo mayor incidencia de esta enfermedad cuando hay terneros de varias edades concentrados en el lugar de alojamiento.

Síntomas:

Esta enfermedad puede afectar a las terneras desde que tienen dos semanas de edad, aunque es más frecuente en los animales de 2 a 6 meses de edad (Oleas, 1999).

Entre los síntomas de la neumonía, la ternera presenta tos, secreción nasal moco purulenta, dificultad en la respiración, respiración crepitosa (ronquidos), respiración acelerada, aumento de la frecuencia cardíaca, aumento de la temperatura corporal, debilidad, falta de apetito, pérdida de peso y en algunas ocasiones la muerte. El cuadro clínico se complica con diarreas blancas y profusas.

La enfermedad es contagiosa y puede ocasionar muchas muertes, si no se controla

oportunamente.

Prevención:

La prevención con bacterinas contra la neumonía y enteritis no proporciona mayor beneficio. La mejor prevención es el calostro.

En haciendas donde hay alta incidencia de neumonías y diarreas, se puede intensificar la provisión de calostro, proporcionando hasta 1/2 litro en un balde limpio, cada dos horas de vida del animal. Junto al calostro la mejor manera de prevenir esta enfermedad radica en una buena organización y manejo de los establos de crianza (Furia, 2000).

Tratamiento:

Por experiencia desarrollada en el Programa de Ganadería, cuando las terneras padecen de neumonía se realiza el siguiente tratamiento: (Furia, 2000)

- ✓ Se les abriga poniéndoles un costal sobre el lomo.

- ✓ Se les administra antibióticos, principalmente la combinación penicilina - estreptomina.

Difteria

La Difteria de las terneras es una enfermedad aguda e infecciosa, que se caracteriza por la formación de llagas y tejidos muertos en la boca, garganta y laringe. La difteria puede atacar a otras terneras y a vaconas de mayor edad, pero principalmente se observa en ganado de 2 a 12 meses de edad (Peralvo, León, 1991).

Causas:

Es causada por *Spheroforus necroforus*, uno de los principales organismos implicados en el panadizo que ataca los cascos de los animales adultos. Este microorganismo infecta las pequeñas heridas de la boca, causadas por alimentos ásperos o por los propios dientes. La toxina de este microorganismo puede causar la muerte, incluso, antes que el daño se haya extendido. La saliva de las terneras afectadas infecta el pasto, el lecho o cama, etc (Peralvo, León, 1991).

Síntomas:

El desencadenamiento de la enfermedad es sorpresivo y dentro de los primeros síntomas se observa elevada temperatura corporal. La ternera puede permanecer con la lengua afuera y puede observarse salivación por la boca. El animal rehúsa todo el alimento, tose permanentemente, se descubren llagas amarillo – grisáceas en la boca, garganta, mejillas y encías: Los depósitos con apariencia de queso emiten un característico olor desagradable. A menos que la ternera sea tratada rápidamente, se producen depresiones, debilidad y pérdida de peso (Peralvo, León, 1991).

Prevención:

Dado que una de las causas de esta enfermedad es el suministro de hierba demasiado madura que le produce lesiones en las mejillas y la boca del animal, es aconsejable alimentar a la ternera con heno de buena calidad o hierba tierna.

Una vez que se ha presentado la enfermedad, es necesario aislar las terneras enfermas, limpiar el recinto y observar cuidadosamente los animales infectados.

Tratamiento:

Se pueden inyectar tanto sulfas como penicilina en el tratamiento contra la difteria. Si se puede llegar hasta las llagas de la boca, se recomienda realizar limpieza en los tejidos necróticos y luego tratar con tintura de yodo (Furia, 2000).

Si se administra sulfas o penicilina con prontitud, y en las dosis adecuadas, la incidencia de esta infección disminuye considerablemente.

4. ANATOMÍA GENERAL, DESARROLLO Y FUNCIÓN DEL SISTEMA DIGESTIVO

4.1 Crecimiento y maduración del tejido intestinal

El sistema digestivo de la ternera comienza su desarrollo tempranamente en la etapa embrionaria (Huber, 1969). Los compartimientos del estómago (rumen, retículo, omaso y

abomaso), que son la característica distintiva de los rumiantes, son claramente visibles a los 56 días después de la concepción (Wamer, 1958).

Al nacimiento, el abomaso es el compartimiento predominante y constituye alrededor del 50% del peso total del tejido del estómago. El abomaso constituye el estómago verdadero debido a su capacidad de realizar la digestión gástrica de las proteínas al igual que lo que ocurre en los no rumiantes.

El factor principal que determina el desarrollo de los preestómagos (rumen, retículo y omaso) en el ternero neonatal es la dieta (Preston, 1963). Las terneras criadas exclusivamente con una dieta líquida presentan un desarrollo anormal de los preestómagos.

Aunque hay cierto crecimiento de los tejidos, las paredes se adelgazan y se retarda el desarrollo papilar (Warner y Flatt, 1965). Una vez que el animal comienza a ingerir alimento seco, los preestómagos aumentan rápidamente de volumen, peso tisular, musculatura y capacidad de absorción (Sutton *et al.*, 1963; Warner, Flatt, 1965; Huber, 1969).

Al principio se pensaba que el consumo de fibra era esencial para el desarrollo del retículo - rumen, pero luego se descubrió que el estímulo era el alimento seco (Warner, Flatt, 1965).

Más precisamente, el alimento seco con un alto potencial de fermentación es lo que provoca el desarrollo más rápido de los tejidos de los preestómagos (Brownlee, 1956).

Los factores específicos que actúan en el desarrollo de los preestómagos son los ácidos grasos volátiles (AGV; ácido acético, propiónico y butírico), que son el resultado de la fermentación microbiana de los hidratos de carbono y de las proteínas de la dieta (Brownlee, 1956; Wamer *et al.*, 1956).

Con posterioridad, se demostró que la adición de soluciones débiles de estos ácidos al retículo-rumen de terneros alimentados con leche (que no recibieron alimento seco) produjo cambios importantes en la tasa de crecimiento de los tejidos papilares de estos compartimientos y en el desarrollo de la capacidad absorptiva (Sutton *et al.*, 1963).

Los ácidos butírico y propiónico son los principales estimulantes del crecimiento tisular, en parte debido a que se metabolizan en gran medida por los tejidos del rumen durante la absorción (McGilliard *et al.*, 1965).

Su metabolismo aporta la energía para el crecimiento del tejido epitelial y para las contracciones musculares. Además, el butirato y el propionato tienen efectos directos en la proliferación y diferenciación de las células epiteliales gastrointestinales (Velázquez *et al.*, 1996).

Por consiguiente, para asegurar el crecimiento normal de los tejidos de los preestómagos, se debe estimular al ternero para que consuma alimento seco (inicial) a una edad temprana.

Se prefiere un alimento iniciador completo con altos niveles de granos de cereales que los iniciadores altos en fibra (Quigley, 1994).

Una vez que el animal se destetó y consume 0,7-0,9 Kg (1,5-2,1b) de alimento iniciador por día, se le debería ofrecer heno de buena calidad a voluntad (NAHMS, 1993). Es cierto que el heno, que tiene más fibra que granos, ayuda en la expansión del volumen y de la musculatura de los preestómagos (Stobo *et al.*, 1966).

Sin embargo, el desarrollo de los tejidos de los preestómagos y de las papilas absorptivas responde más al consumo de granos. Una gran parte de la ganancia de peso de las terneras de reposición jóvenes alimentadas con cantidades limitadas de leche más un iniciador y heno se debe al crecimiento del tejido intestinal y a su llenado.

Casi a las 12-16 semanas de edad, los compartimientos segmentados del estómago de la ternera alcanzan proporciones similares a las del animal adulto. Estas proporciones, basadas en el peso de los tejidos, son aproximadamente 67%, 18% y 15% para el retículo-rumen, omaso y abomaso, respectivamente. Al nacimiento, las proporciones son de alrededor del 38%, 13% y 49% (Warner, Flatt, 196. En contraste con los preestómagos, el abomaso no se ve afectado en gran medida por la dieta y su crecimiento es más o menos proporcional al del cuerpo mismo (Stobo *et al.*, 1966; Huber, 1969).

Otra característica distintiva del sistema digestivo preruminal es la presencia de un pliegue de tejido que va de la base del esófago (cardias) al orificio retículo- omasal (Orskov *et al.*, 1970).

La contracción de los músculos de este pliegue forma un tubo, conocido como el surco esofágico, a través del cual la leche y otros líquidos pasan en forma directa al abomaso sin que prácticamente pase líquido al retículo-rumen. Orskov *et al.*, (1970) demostraron de manera concluyente que el cierre del surco es un reflejo condicionado.

Su cierre no depende de la composición del líquido ingerido o de la manera en que el líquido es administrado (es decir, con una tetina o un balde).

Los estímulos visuales y de otro tipo (por ej., la presencia del cuidador, el ruido de los utensilios) que el animal asocia con la administración del alimento provocan el cierre del surco.

Si no se permite el consumo libre de agua, el líquido del alimento va a satisfacer la sed del animal, y como consecuencia la leche o el sustituto lácteo pasarán a los preestómagos en lugar de pasar al abomaso (Orskov *et al.*, 1970).

Estos fueron experimentos a corto plazo y no es probable que este fenómeno ocurra en animales que sólo consumen líquidos continuamente. Sin embargo, para evitar la posibilidad de que esto ocurra, es conveniente que el agua se encuentre disponible todo el tiempo.

En la cría de terneras, en ocasiones se presenta una situación en la que los animales desarrollan un pobre apetito, tienen una distensión anormal en el área abdominal, presentan el pelaje largo y excretan grandes cantidades de heces arcillosas (Toullec, Guilloteau, 1989).

En general, estos signos ocurren poco después de que el animal comienza la fase de engorde. Lo que sugiere que el surco esofágico fracasó en hacer llegar el líquido al abomaso.

En los animales normales, sólo alrededor del 3% de la leche consumida ingresa al retículo-rumen (Toullec, Guilloteau, 1989).

Las observaciones realizadas del patrón de alimentación de las terneras "normales" en comparación con las "anormales" demostraron que éstas últimas tendían a "tragar" en lugar de "beber". Se readiestró a los animales con el problema para que "bebieran", lo que alivió algunas de las anormalidades. Sin embargo, el consumo de alimento y la ganancia de peso se mantuvieron más bajos en estos animales comparados con los ejemplares normales (Toullec, Guilloteau, 1989).

4.2 Relaciones generales entre la fisiología de la digestión y la nutrición del ternero joven

El ternero recién nacido depende de su alimento para obtener una correcta nutrición, como ocurre en los animales jóvenes de otras especies de mamíferos (Radostits, Bell, 1970). En esta etapa, e incluso hasta que el ternero haya desarrollado una fermentación ruminal adulta, se debe prestar atención a la calidad de las proteínas del alimento, el tipo y naturaleza de los carbohidratos y grasas incluidos en la dieta y la suplementación de complejos de vitaminas B.

El ternero más joven, de menos de 2 semanas de edad, es totalmente dependiente de sus propias secreciones digestivas para convertir los nutrientes consumidos en formas más simples de absorción (Davis, Clark, 1981).

Desde el punto de vista de la nutrición, es la etapa más crucial del ternero joven debido a las necesidades relativamente altas de nutrientes, las limitadas reservas corporales de

éstos y la naturaleza restringida de los nutrientes que el ternero joven puede digerir.

Durante las primeras 2 semanas de vida, el ternero no consume cantidades significantes de alimento seco aun cuando se restrinja la alimentación con leche. Sin embargo, alrededor de las 3 semanas de edad, el consumo de alimento seco puede aumentar hasta un nivel en el que contribuye de manera significativa a los requerimientos de energía y proteína del animal.

Uno de los aspectos más importantes de la alimentación del ternero recién nacido es asegurar que ingiera las cantidades adecuadas de calostro de alta calidad, la primera leche luego del parto, lo antes posible después del nacimiento.

En la actualidad, la recomendación común de ofrecer 1,89 lt de calostro lo antes posible luego del nacimiento, seguido de 1,89 lt adicionales, 12 horas más tarde se considera inadecuada (Gay, 1994). El problema surge porque la concentración de inmunoglobulinas de la primera leche luego de la parición varía mucho entre las vacas (Gay, 1994).

Luego de la oferta de calostro, la dieta del ternero durante las 3 primeras semanas debería consistir en leche entera o un sustituto lácteo de alta calidad cuyas proteínas sean de origen lácteo. La fuente de las grasas puede variar siempre que estén correctamente homogeneizadas (Edwards Webb, 1983).

La fuente de los carbohidratos se limita a la lactosa o azúcares simples (glucosa, galactosa) debido a la incapacidad del ternero para digerir otros disacáridos (sucrosa, maltosa) o almidón a esta edad temprana (Siddons *et al.*, 1969).

Durante esta etapa, se deben incluir en la dieta todas las vitaminas esenciales y minerales.

Durante la fase de transición del desarrollo, tanto el alimento líquido como el sólido contribuyen a la nutrición del ternero. La porción líquida de la dieta pasa directamente al abomaso, mientras que el alimento seco ingresa al retículo-rumen.

5. TASA DE CRECIMIENTO

5.1 Importancia de la tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento determina el tiempo requerido para criar una ternera y por ende su edad al primer parto. Sin importar la edad, las terneras deben de crecer para alcanzar el 80-85% de su peso vivo adulto al primer parto. Muchos productores lecheros siguen esta recomendación sin entenderla, ya que por experiencia ellos saben que las terneras que están mal desarrolladas tienen dificultad al parto y un mal rendimiento produciendo leche. Por lo que la edad “ideal” al primer parto depende de la tasa de crecimiento (Hazard T, 1999).

Las terneras que crecen lentamente alcanzan después el 80-85% de su peso vivo adulto y deben parir posteriormente que las terneras que crecieron más rápidamente (Hazard T, 1999).

El crecimiento de las terneras debe de ser monitoreado:

- Para evitar un retraso en la madurez sexual y el primer parto debido a un lento crecimiento.
- Para determinar si las novillas están subalimentadas o sobrealimentadas.
- Para alcanzar un peso corporal ideal al primer parto y minimizar los problemas al parto.

5.1.1 Tasa de crecimiento deseada y edad al primer parto

En países tropicales, es común que las terneras tengan una ganancia pequeña de peso corporal cada día (0,1-0.4 Kg. /día) y que tengan su primer parto a los 36 meses de edad o mas. En contraste, la ganancia promedio diaria y la edad al primer parto considerada deseable bajo prácticas intensivas de manejo en países templados es muy diferente (Hazard T, 1999). (Figura 2).

Raza	Peso al nacimiento (kg)	Servicio		Parto		Ganancia prom/día (kg)	Peso adulto (kg)
		Peso (kg)	Edad (m)	Peso (kg)	Edad (m)		
Holstein, Pardo Suizo	40-45	360-400	14-16	544-620	23-25	0.74	650-725
Guernsey, Ayrshire	35-40	275-310	13-15	450-500	22-24	0.60	525-580
Jersey	25-30	225-260	13-15	360-425	22-24	0.50	425-500

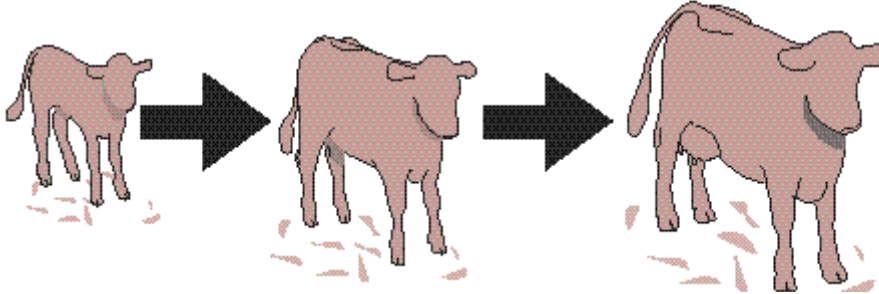


Figura 2: Efecto de la raza lechera sobre el peso corporal en varias etapas del desarrollo

Fuente: Hazard T, 1999

Para razas lecheras pequeñas, una tasa de crecimiento deseada es de 0.5 Kg. /día y la edad deseable al primer parto es de 22-24 meses. Para razas lecheras grandes, una tasa de crecimiento deseada es de 0,75 Kg. /día y la edad deseable al primer parto es de 23-25 meses (Hazard T, 1999).

Periodos cortos de crianza son generalmente más deseables, principalmente desde el punto de vista económico y genético (Wattiaux, 1999).

La ventaja de una tasa de crecimiento mejorada y de una edad al primer parto de 24 meses, en lugar de 36, incluye:

- Un retorno más rápido del capital invertido.
- Reducción en costos variables (mano de obra, alimentación, etc.).
- Reducción en el número de novillas requeridas para mantener el tamaño del hato.
- Incrementar la vida productiva.

- Una ganancia genética más rápida en el hato.
- Reducción en la cantidad total de alimento requerido del nacimiento al parto.

Las dificultades y desventajas asociadas con una tasa de crecimiento rápida que reduce la edad al primer parto de 24 meses a por ejemplo 20 meses incluyen:

- Necesidad de una mayor cantidad de concentrados para la alimentación o forrajes de alta calidad.
- Un mayor riesgo de dificultad al parto si la tasa de crecimiento no se monitorea apropiadamente.
- Necesidad de mayores habilidades de manejo.
- Un mayor riesgo de alimentar con una dieta que puede afectar negativamente el rendimiento en la lactancia.

En regiones en donde los alimentos de alta calidad son caros y difíciles de producir, las tasas de crecimiento rápidas pueden ser que no sean justificables económicamente. Criando terneras principalmente con una fuente abundante de alimentos de baja calidad, reduciendo la tasa de crecimiento y retrasando la edad al primer parto, puede aún ser la estrategia de crianza más económica (Wattiaux, 1999).

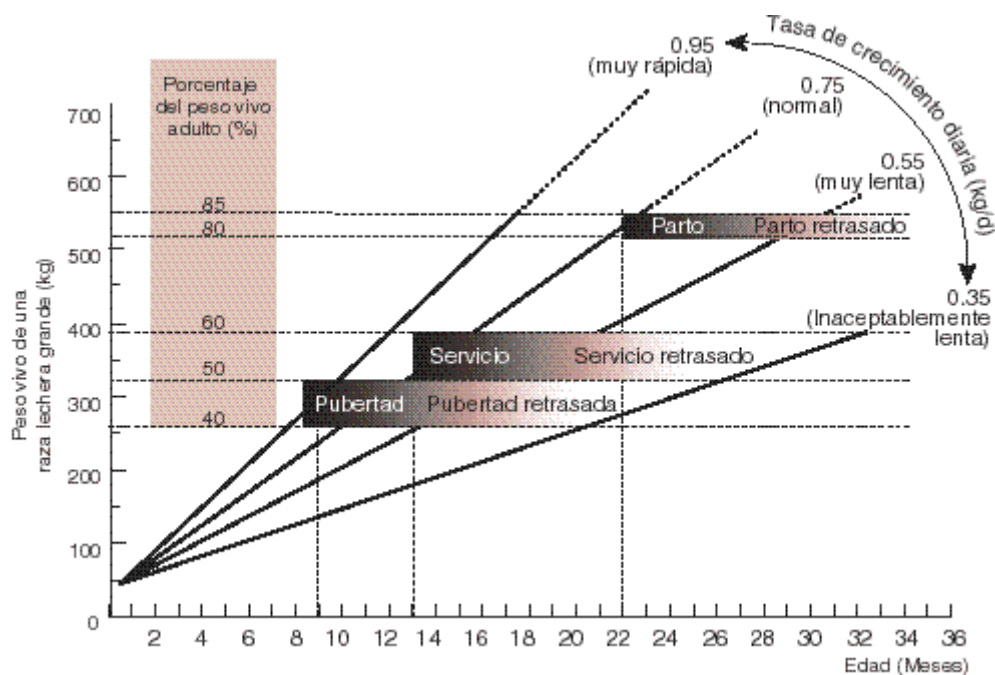


Figura 3: Tasa de crecimiento de novillas y rendimiento reproductivo.

Fuente: Wattiaux, 1999

5.1.2 Tasa de crecimiento y madurez sexual

La madurez sexual para las terneras depende más del peso corporal que de la edad. Por ende, la tasa de crecimiento influye considerablemente en la edad a la pubertad y por consiguiente la edad al primer parto (Figura3). Las terneras puede ser que no alcancen la pubertad antes de los 18 o 20 meses de edad cuando crecen lentamente (<0,35 Kg /día). Sin embargo, la pubertad no puede ocurrir antes de los nueve meses de edad cuando el crecimiento de la ternera se acelera (>0,9 Kg /día) (Wattiaux, 1999).

La pubertad ocurre cuando la ternera pesa entre 40 y 50% de su peso vivo adulto, sin importar la edad. Figura 3

El servicio debe de ocurrir cuando las terneras alcanzan 50-60% de su peso vivo adulto (14-16 meses de edad). La tasa de crecimiento debe de ser mantenida durante la preñez de tal manera que las terneras pesen el 80-85% de su peso vivo adulto al primer parto (22-24 meses de edad) (Wattiaux, 1999).

Sin importar la edad, las terneras deben de alcanzar el 80-85% de su peso vivo adulto al primer parto.

5.1.3 Tasa de crecimiento y prácticas de manejo

La tasa de crecimiento de las terneras es un indicador del nivel de manejo. La alimentación, instalaciones, cuidado de la salud, así como otras prácticas de manejo, necesitan estar cambiando constantemente desde el nacimiento hasta el primer parto (Wattiaux, 1999).

En muchas granjas, las terneras que son destetadas es más probable que reciban dietas de mala calidad y que permanezcan expuestas a climas indeseables en comparación con las terneras jóvenes o las vacas en lactancia (Wattiaux, 1999).

Las terneras jóvenes que aún están recibiendo una dieta de leche, deben de ser mantenidas en corrales individuales. En contraste, las terneras que están destetadas deben de agruparse.

Existe una mayor tendencia a llenar los requerimientos de las terneras cuando los grupos son pequeños y homogéneos, esto significa, que todas las terneras de un grupo

son similares en tamaño (peso corporal y altura). Condiciones pobres en las instalaciones, sobrepoblación y el agrupamiento de animales de diferentes tamaños debe de ser evitado (Wattiaux, 1999).

Las terneras dominantes van a ganar el acceso al alimento más frecuentemente que aquéllas que son tímidas. Una competencia tan grande hace que exista un crecimiento disparejo en el grupo.

La tasa de crecimiento puede variar considerablemente con la disponibilidad y calidad del alimento.

Monitorear el crecimiento, es una herramienta que puede ser utilizada para mantener los recursos alimenticios estratégicamente y para solucionar los problemas debidos a la disponibilidad estacional del alimento, o bien a restricciones en las instalaciones de las terneras. La alimentación, instalaciones y el cuidado de la salud deben de ser ajustados para evitar largos períodos de crecimiento muy lento o muy rápido (Wattiaux, 1999).

Un rendimiento pobre en el crecimiento, debe hacerle notar rápidamente a los productores lecheros, que deben de revisar y mejorar su alimentación, instalaciones y cuidado de la salud (Wattiaux, 1999).

5.1.4 Peso corporal y problemas al parto

La investigación indica que los problemas al parto son más comunes en terneras de primer parto que en ningún otro. Ya que han parido una vez, esto ayuda en los

siguientes partos. Las terneras de primer parto pueden tener un parto difícil por muchas razones, algunas de las cuales pueden estar relacionadas con su desarrollo o con desarrollo después de que nacieron (Wattiaux, 1999).

En general, los partos difíciles se deben a una o a la combinación de algunas de las siguientes causas:

- La ternera recién nacida es grande:
 - ✓ Debido a su genética.
 - ✓ Debido a que está pasada de tiempo.

- La ternera no tiene el desarrollo adecuado y el área de la pelvis es muy angosta en relación al tamaño de la ternera que va a nacer.

- La ternera tiene exceso de peso y el exceso de tejido adiposo interfiere con un parto normal, por lo que se debe evitar obesidad (novillas gordas) o remación (novillas delgadas); la calificación de condición corporal ideal para terneras al parto debe ser de 3,5.

5.1.4.1 Peso corporal y rendimiento en la primera lactancia

Existe una relación positiva muy fuerte entre el peso corporal al primer parto y el rendimiento de leche en la primera lactancia. Esta relación no significa necesariamente que las terneras que son genéticamente grandes son más deseables; lo que es deseable es que las novillas estén lo suficientemente desarrolladas antes del parto. Las terneras a

primer parto que están relativamente subdesarrolladas no están capacitadas para consumir cantidades suficientemente grandes de alimento (Wattiaux, 1999).

Una vez que la lactancia ha comenzado, la disponibilidad de nutrientes debe de estar compartida entre producción de leche y un crecimiento muscular y esquelético continuo. Por ende, las terneras que no pueden consumir lo suficiente, no producen suficientes cantidades de leche para alcanzar su potencial genético. El “conflicto” entre lactancia y crecimiento (principalmente durante las primeras dos semanas de lactación) es minimizado cuando las terneras están bien desarrolladas al primer parto y consumen grandes cantidades de alimento (Wattiaux, 1999).

Las terneras Holstein deben de pesar en promedio 620 Kg. (peso de la vaca dentro de su primer mes después del parto) para maximizar el rendimiento en la primera lactancia. Estas terneras a primer parto continuarán creciendo para alcanzar su peso vivo adulto (>700 Kg.) durante su cuarta o quinta lactancia. El peso corporal de las terneras y de las vacas adultas varía dependiendo de la raza lechera (Figura 2). Sin embargo, la recomendación de que las terneras alcancen del 80 al 85% de su peso vivo adulto antes del primer parto, permanece constante a través de las razas lecheras y de las condiciones medio ambientales (Wattiaux, 1999).

5.4.1.2 Crecimiento constante versus variable

Las tasas de crecimiento son constantes (figura 3), esto significa, que las líneas que indican el peso corporal tienen únicamente una pendiente y se incrementa constantemente en la misma dirección. Las tasas de crecimiento de las terneras no

tienen que ser constantes. De hecho, las tasas de crecimiento usualmente varían a través del período de crianza. Más a menudo, el crecimiento de las terneras está caracterizado por períodos de crecimiento lento y períodos de crecimiento más rápidos (Wattiaux, 1999).

Las terneras muestran una gran habilidad para compensar períodos de crecimiento lentos con períodos de crecimiento más rápidos. La variabilidad en la tasa de crecimiento de las terneras puede reflejar:

- Disponibilidad estacional de forraje.
- Calidad del forraje, concentrados y minerales utilizados para balancear la ración.
- Manejo de decisiones para ajustar la tasa de crecimiento de las novillas (pre-púber y post-púber).

5.2. TASAS DE CRECIMIENTO ANTES Y DESPUÉS DE LA PUBERTAD

5.2.1 Efectos de la sobrealimentación y crecimiento rápido antes de la pubertad

La alimentación con raciones que contienen alta energía para acelerar el crecimiento corporal antes de la pubertad puede limitar la producción de leche posteriormente en la vida. La cantidad de efectos negativos de una rápida tasa de crecimiento antes de la pubertad en la producción de leche dependen de numerosos factores tales como la raza lechera, tipo de dieta y potencial genético. Investigaciones hechas en Dinamarca ha demostrado que una ganancia promedio diaria mayor a 0,6-0,7 Kg en terneras de razas grandes y 0,4-0,5 Kg en razas pequeñas tiene una influencia negativa en la subsiguiente

producción de leche. Adicionalmente, la pérdida de potencial de lactación debido a un rápido crecimiento antes de la pubertad parece ser mayor en vacas Jersey que en ninguna otra raza (Wattiaux, 1999).

Esta información es controversial, ya que las terneras que crecen con una tasa más lenta (y producen más leche) fueron más viejas y más pesadas al primer parto que las novillas que crecieron con una tasa más rápida. Por ende, la baja producción de leche observada en terneras que crecieron rápidamente en este experimento puede ser que no se deba a una rápida tasa de crecimiento pre-púber, sino a un bajo peso corporal al parto.

Cuando la tasa de crecimiento antes de la pubertad es limitada, la pubertad y el servicio tienden a estar retrasados y el parto ocurre cuando la novilla tiene más de 24 meses de edad. En hatos lecheros con alta producción en los Estados Unidos indicó que la tasa de crecimiento de las terneras varía entre 0,8 y 0,95 Kg /día (Wattiaux, 1999).

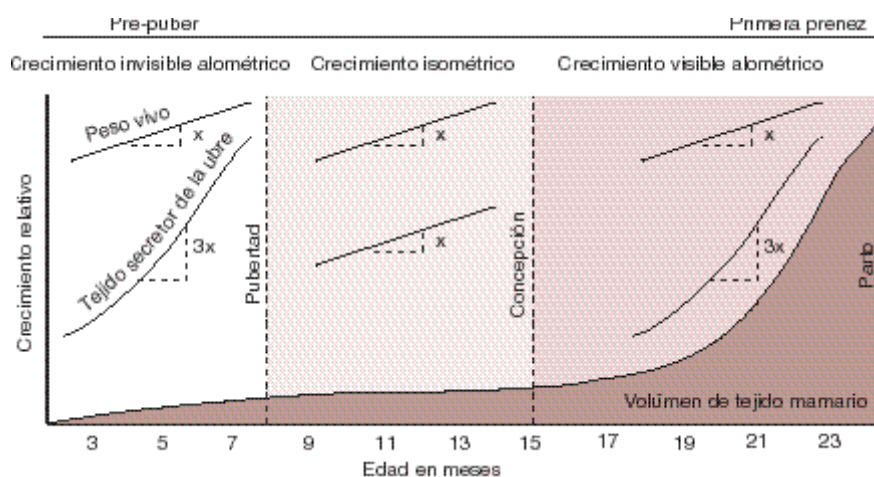


Figura 4. Desarrollo mamario en novillas.

Fuente: Wattiaux, 1999

5.2.2 Desarrollo mamario y habilidad para la producción de leche

Las investigaciones han demostrado que altas tasas de crecimiento propician una acumulación de tejido graso disminuyendo el tejido secretor en la ubre que se está desarrollando. La producción de leche es proporcional al número de células secretoras de leche en la ubre durante la lactación. Por lo que una tasa de crecimiento excesiva antes de la pubertad puede limitar la formación de tejido secretor de leche e influenciar permanentemente la habilidad para producir leche (producción de leche en el futuro) en las terneras (Wattiaux, 1999).

La glándula mamaria es un órgano que está asociado con la función del sistema reproductivo. Su desarrollo está afectado fuertemente por cambios hormonales que ocurren con cambios durante el estado reproductivo de las terneras (pubertad, gestación, lactación).

Las estructuras secretoras de leche (ductos primarios de leche), crecen con la misma tasa relativa que todo el crecimiento del cuerpo (crecimiento isométrico) durante los primeros tres o cuatro meses después del nacimiento y desde la pubertad hasta la última parte de la gestación. Sin embargo, el crecimiento y desarrollo de los ductos y de otros tejidos que propician la formación de células secretoras de leche, ocurre a una tasa más acelerada en dos distintas fases de la madurez sexual (Wattiaux, 1999). (Figura 4):

1) Antes de la pubertad de los tres a cuatro meses de edad (90-100 Kg de peso corporal) hasta el inicio de los ciclos de celo (9-12 meses, 270-300 Kg para razas lecheras grandes).

2) Durante el tercer trimestre de la preñez. Durante estos dos períodos, el crecimiento del tejido secretor de leche es aproximadamente tres veces mayor que el crecimiento corporal (crecimiento alométrico).

Este crecimiento no puede ser identificado fácilmente antes de la pubertad ya que el tamaño de la ubre permanece sin cambio. El crecimiento es interno y ocurre con la proliferación de ductos dentro de una masa de tejido adiposo. En contraste, durante la última parte de la gestación el visible y el tamaño de la ubre se incrementa considerablemente. Las células del sistema de ductos que están creciendo, maduran y comienzan a formar estructuras alveolares que contienen a las células secretoras de leche. El tamaño de la ubre se incrementa, especialmente conforme se acerca el parto y el calostro es secretado por las células secretoras recién formadas (Wattiaux, 1999).

5.2.3 Efectos de la subalimentación y crecimiento lento antes de la pubertad

La pubertad ocurre cuando las terneras han alcanzado del 40 al 50% de su peso vivo adulto y el parto debe ocurrir cuando una novilla pesa 80-85% de su peso vivo adulto sin importar la edad (Wattiaux, 1999).

La edad a la que la pubertad ocurre varía desde los nueve hasta los 20 meses, dependiendo de la tasa de crecimiento (Figura 5). Para asegurar el parto a los 24 meses de edad, la pubertad debe de ocurrir cuando las terneras tienen 12-13 meses de edad. Cuando la tasa de crecimiento antes de la pubertad es lenta, el peso corporal deseado al parto no puede ser alcanzado sin un:

- Crecimiento acelerado durante la preñez (línea aa' en la Figura 4).

- Servicio retardado al parto (línea aa'' en la Figura 4).
- Una combinación de los anteriores.

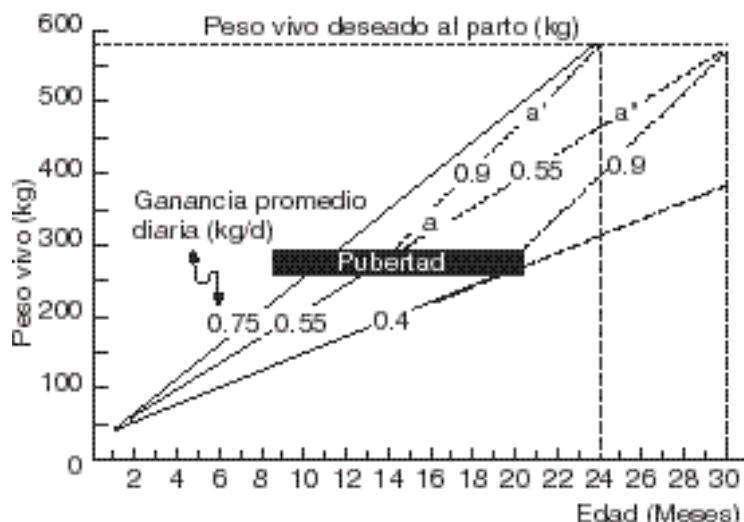


Figura 5: Tasas de crecimiento de las terneras antes y después de la pubertad.

Fuente: Hazard T, 1999

Cuando la ganancia promedio diaria es de 0,55 Kg /día, se espera que la pubertad ocurra a los 12- 13 meses de edad. Asumiendo que la preñez comienza a los 15 meses de edad, la tasa de crecimiento debe de ser ajustada a 0,9 Kg /día durante la preñez para asegurar un peso corporal adecuado al parto (línea aa' Figura5). Si la tasa de crecimiento no es ajustada, la novilla puede parir a los 24 meses de edad, pero en un estado de subdesarrollo. El riesgo de un parto difícil será alto y el rendimiento de la primera lactancia será pobre (Wattiaux, 1999).

Cuando se espera que el crecimiento permanezca lento durante la preñez, el servicio debe de ser retrasado para evitar un subdesarrollo al parto.

Cuando la tasa de crecimiento es de 0,55 Kg /día a través de todo el período de crianza, el servicio debe de ser retrasado hasta los 19-20 meses de edad. El parto también será

retrasado, pero es importante que las novillas tengan el peso corporal deseado al parto (línea aa'' en la Figura 5) (Wattiaux, 1999).

5.2.3 Efectos de sobrealimentación después de la pubertad

Un crecimiento acelerado después de la pubertad, no afecta negativamente el desarrollo del tejido secretor y la futura producción de leche (Wattiaux, 1999).

Al contrario, alimentando con una dieta balanceada alta en energía, se promueve un rápido desarrollo durante la preñez y generalmente es deseable ya que esto asegura:

- Buena nutrición para el feto.
- Desarrollo adecuado de las novillas al parto.

Sin embargo, un exceso de energía en la dieta combinado con un nivel más bajo de proteína, puede conducir a una acumulación de tejido adiposo y oponerse a un crecimiento muscular y esquelético. La obesidad es indeseable. Las terneras obesas tienen un riesgo más alto de dificultades al parto y de problemas metabólicos después del mismo. Por ende, alimentar con una dieta balanceada es una forma correcta de evitar la obesidad. La condición corporal es una buena herramienta para ayudar a ajustar los niveles de alimentación en las terneras preñadas (Wattiaux, 1999).

5.2.4 Efectos de una mala alimentación después de la pubertad (durante la gestación)

Un crecimiento lento después de la pubertad y a través de la gestación es indeseable, pero esto es común en los sistemas de crianza de terneras. La tasa de concepción puede ser reducida cuando las terneras no están ganando peso en la época del servicio. No existe ningún daño con una tasa de crecimiento lenta después de la pubertad, siempre y cuando la ternera no este preñada (excepto que se desee retrasar el primer parto) (Wattiaux, 1999).

Sin embargo, una vez que la terneras esta preñada, un crecimiento insuficiente puede tener efectos dañinos:

- Una nutrición fetal pobre.
- Dificultad al parto debido a un desarrollo esquelético no óptimo.
- Un bajo rendimiento de leche en la primera lactancia.

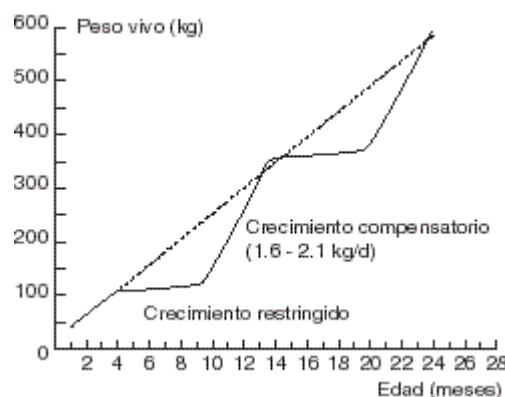


Figura 6: Crecimiento compensatorio en terneras.

Fuente: Hazard T, 1999

Una vez que la ternera está preñada, la tasa de crecimiento debe de ser adecuada para asegurar un desarrollo adecuado, evitar problemas al parto y un rendimiento bajo en la primera lactación. Si se anticipa que la disponibilidad de alimento no permitirá una tasa de desarrollo adecuado después de la concepción, es recomendable que esta se retrase hasta que la novilla tenga un peso corporal mayor. Entonces, el primer registro será satisfactorio, pero la vida productiva de la vaca se reducirá a costa de un incremento en el período de crianza (Wattiaux, 1999).

5.3 Crecimiento compensatorio

Los animales pueden ganar peso corporal a una tasa alta no usual (sin engordar) cuando un período de unos cuantos meses de subalimentación es seguido por un período con una alimentación adecuada. Durante el crecimiento compensatorio, la ganancia diaria puede variar de 1,7-2,1 Kg /día o bien 2-2,5 veces la tasa de crecimiento normal (Figura 6). La ganancia de peso es mayor que la esperada por la cantidad de nutrientes que son consumidos además la eficiencia alimenticia se incrementa (Wattiaux, 1999).

Por lo que el crecimiento compensatorio permite que las novillas regresen a un peso normal y a la altura adecuada para su edad después de períodos de subalimentación. El crecimiento compensatorio puede ser el resultado de una variación cíclica en la disponibilidad de forraje y en la calidad a través de las estaciones, pero esto puede ser aplicado estratégicamente en un programa de crianza de terneras (Wattiaux, 1999).

Un período prolongado de subalimentación, especialmente en terneras menores de seis a nueve meses, puede conducir a efectos permanentemente negativos en el desarrollo,

madurez sexual, fertilidad y por último, rendimiento en la lactancia, sin importar el crecimiento compensatorio. Los efectos benéficos del crecimiento compensatorio son más evidentes en terneras más grandes (Wattiaux, 1999).

Siempre y cuando la subalimentación no dure más de dos meses, no se debe de tener ningún efecto residual a largo plazo. El crecimiento compensatorio no se recomienda antes de la pubertad y durante el tercer trimestre de la preñez. La subalimentación seguida por un período de crecimiento compensatorio es más aceptable para terneras de más de 12 meses de edad (Wattiaux, 1999).

5.3.1 Tasas de crecimiento recomendadas

Las terneras tienen una gran habilidad para compensar períodos de crecimiento lento, con períodos de crecimiento más rápido, pero extender los períodos, ya sea de subalimentación o de sobrealimentación, pueden tener efectos negativos a largo plazo.

Una tasa moderada de crecimiento antes de la pubertad seguida de un crecimiento más rápido para alcanzar el objetivo de peso corporal al parto, parece ser la mejor estrategia de crianza. Esta estrategia parece ser válida para todas las razas lecheras, sin embargo, la tasa de crecimiento ideal varía substancialmente entre las razas (Wattiaux, 1999).

Las tasas de crecimiento máximas desde el destete hasta la pubertad son: 0,9 Kg /día para ganado Holstein y Pardo Suizo, 0,7 Kg /día para Guernsey y Ayrshire y 0,5 Kg /día para Jersey.

Una rápida tasa de crecimiento después de la pubertad, es generalmente benéfica para la futura producción de leche. Las terneras que están creciendo a una tasa constante, presentan la mayor tasa de concepción. Las terneras que están creciendo rápidamente durante la preñez, tienen un mayor peso corporal al parto, un menor riesgo de complicaciones en el mismo así como un mejor rendimiento durante su primera lactancia (Wattiaux, 1999).

Las terneras no deben de ser muy delgadas (sub condicionadas) o muy obesas (sobre condicionadas) al parto. Las raciones deben de ser balanceadas para favorecer la ganancia de peso en crecimiento esquelético y muscular en oposición a un desarrollo excesivo de tejido adiposo (Hazard T, 1999).

Muchos de los problemas asociados con la crianza de las terneras pueden ser relacionados con dos causas principales: (Figura 7)

- Sobrealimentación antes de la pubertad.
- Subalimentación durante la preñez.

Estos problemas son comunes en muchos sistemas de crianza, especialmente en aquellos en donde las terneras son criadas bajo techo hasta que reciben el servicio y después se les suelta en una pradera durante la preñez (Hazard T, 1999).

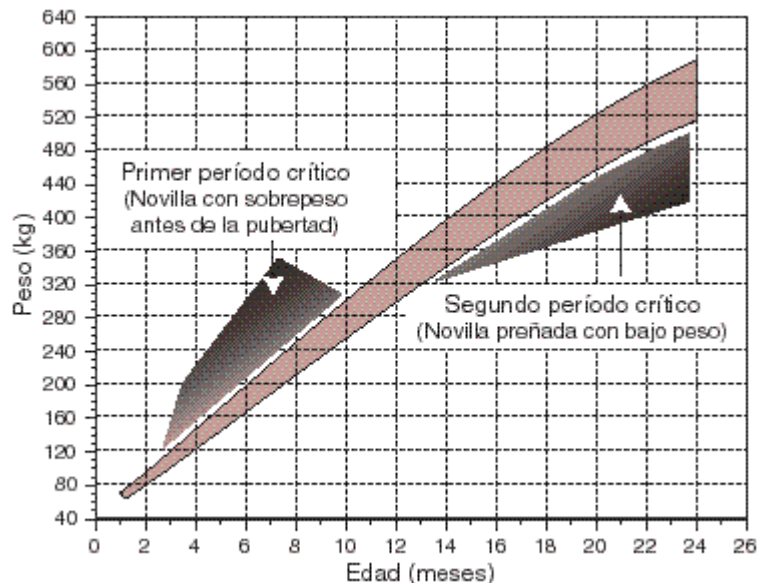


Figura 7: Períodos críticos en la crianza de novillas (la gráfica de peso corporal en esta figura se refiere a terneras Holstein)

Fuente: Hazard T, 1999

6. VITAMINAS

La palabra vitamina define a un grupo de compuestos complejos de naturaleza orgánica presentes en pequeñas cantidades en los alimentos naturales y que son esenciales para el metabolismo animal. Su carencia da lugar a enfermedad que se manifiesta con problemas de salud, crecimiento y fallos reproductivos. Se diferencian de los microminerales por su naturaleza orgánica pero no constituyen en sí un grupo homogéneo de sustancias desde el punto de vista químico o funcional (NRC, 1998).

Ciertas vitaminas no cumplen con la definición general en el sentido que no siempre es necesario su aporte dietético. Algunas de ellas (vitaminas del grupo B) son sintetizadas por los microorganismos digestivos. Otras, no son estrictamente necesarias ya que el

organismo es capaz de sintetizarlas (BASF, 1993). Es el caso de la niacina (a partir del triptófano mediante un proceso poco eficiente), de la vitamina C (sintetizada en ciertas especies tal como la mayoría de las especies domésticas, pero no en trucha y ciertos primates), de la vitamina D (obtenible a partir de precursores presentes en la piel siempre que haya presencia de luz ultravioleta) y de la colina (el organismo animal es capaz de sintetizarla aunque no a la velocidad precisa para rápidos crecimientos o altas producciones) (NRC, 1998).

Como promedio, las vitaminas contenidas en las materias primas presentan una disponibilidad en torno al 25-30%, debido a que gran parte de las mismas se encuentra formando complejos fíticos (BASF, 1993). Además, al no estar protegidas, su disponibilidad se reduce con el tiempo, especialmente en condiciones adversas de pH, humedad, luz y temperatura.

Tabla 9. Estabilidad media de los preparados vitamínicos comerciales en piensos industriales almacenados en condiciones estándar típicas

Vitamina	Retención Vitamínica %			Pérdida Mensual %
	15 d	3 m	6m	
Colina	99	98	97	1

Fuente: BASF, 1993

La formulación práctica de raciones, introduciendo como nutriente el valor medio del contenido en vitaminas de las diversas materias primas no es aconsejable, excepto para el caso de la colina (BASF, 1993).

En base a la solubilidad, las vitaminas se dividen en dos grupos: liposolubles (vitaminas A, D, E y K) e hidrosolubles que incluye la vitamina C, la colina y las vitaminas del grupo B (NRC, 1998).

6.1 Vitaminas liposolubles

Se encuentran en las materias primas asociadas a los lípidos y se absorben con ellos mediante un mecanismo similar. El organismo es capaz de almacenarlas en cantidades variables por lo que una deficiencia marginal momentánea tiene escasa repercusión sobre la productividad. En general, estas vitaminas son más estables frente al calor que las hidrosolubles (NRC, 1998).

6.1.1 Colina

La colina (vitamina B4 o hidróxido del β -hidroxietil-trimetilamonio) se incluye dentro del grupo de vitaminas B aunque los animales son capaces de sintetizarla a partir de la etanolamina (NRC, 1998). La colina es necesaria en grandes cantidades, por lo que no siempre la síntesis fisiológica es suficiente para óptima productividad.

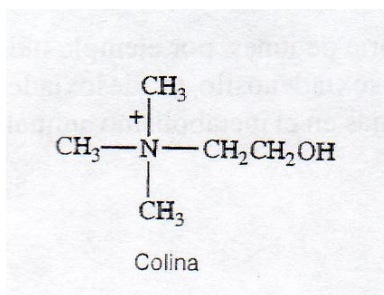


Figura 2.- Estructura Química de la Colina

Fuente: Mc Donald E., 1995

Es también una importante fuente de grupos metil para la síntesis de importantes compuestos, estando relacionada con otras sustancias donantes de grupos metil, tales como la Betaína y Metionina. En particular existe una estrecha relación entre la cantidad de Metionina absorbida y las necesidades de Colina, estimándose que más del 30% de la Metionina absorbida es utilizada por las vacas para sintetizar Colina. En este sentido, la Colina permite economizar Metionina y viceversa (NRC, 1998).

Uno de los síntomas más claros de la deficiencia en Colina es el desarrollo del hígado graso (Roy, 1980).

La mayor parte de la Colina ingerida se degrada rápidamente en el rumen (Sharma, Erdman, 1989) indican que el Cloruro de Colina, que es muy higroscópico, se degrada un 97% en escasos minutos. La suplementación con niveles de hasta más de 300 g/d fueron incapaces de aumentar en más de 1g/d los niveles en el duodeno de vacas lecheras (Sharma, Erdman, 1988) lo que indica su ineficacia en forma no protegida.

Por otra parte, Matison (1986) indica además que no existen evidencias en la bibliografía de síntesis ruminal de Colina, aunque en general se considera que las bacterias del rumen son capaces de sintetizar Colina para su funcionamiento (Baker, 1995). Los rumiantes parecen conservar más eficazmente la Colina que los monogástricos, lo que parece ser consecuencia de un mecanismo evolutivo de adaptación por la escasa cantidad de Colina disponible para ser absorbida en el intestino (Erdman, 1992).

Sin embargo, existen también evidencias y recomendaciones (INRA, 1988; NRC, 1989) de la necesidad de suplementar ciertas vitaminas (B1, B12, Niacina y posiblemente Colina) en algunas condiciones particulares, tales como: rumiantes jóvenes o sometidos a dietas lácteas, situaciones de deficiencia en Co, raciones ricas en alimentos muy fermentescibles (melazas, tubérculos y raíces, cereales, especialmente cuando han sido finamente molidos o tratados al calor) o ricas en sulfatos (*i.e.* pulpas de remolacha muy sulfatadas), intoxicaciones o empleo de alimentos enmohecidos y, especialmente, cuando se adicionan productos conservantes antimicrobianos o antibióticos (NRC, 1998).

Estudios realizados en Nueva Zelanda (Matison, 1986) en ganaderías distribuidas en distintas zonas del país, han observado una respuesta positiva en el uso de Colina como complemento en la nutrición de animales jóvenes, reportando ganancias de pesos de entre 350 – 450 g/día en animales hasta la segunda semana de edad y de 750 – 1100 g/día en animales hasta los seis meses de edad.

Dada la relación metabólica entre Metionina y Colina, una parte de la respuesta postruminal observada con el empleo de suplementos de Metionina puede también ser consecuencia de su papel como dador de grupos metilo y precursor de la síntesis de Colina (Baker, 1995).

Desde los trabajos realizados por Erdamn *et al.* (1988, 1989), se ha puesto claramente de manifiesto que la infusión abomasal de Colina tiende a aumentar la producción de leche y de grasa en vacas lecheras, pero sólo la forma protegida resulta eficaz en su uso como suplemento alimenticio (Erdman, 1992; Deuchler *et al.*, 1998).

6.1.1.1.1 Funciones de la colina

Las funciones de la colina se dividen en cuatro grandes categorías:

- Metabolito esencial como componente de la estructura celular. Así la colina forma parte de las lecitinas (fosfatidil colina), y de las esfingomielinas.
- Metabolismo de los lípidos. Previene la acumulación anormal de lípidos en el hígado (degeneraciones grasas) favoreciendo el transporte de los ácidos grasos y su utilización.
- Formación de la acetilcolina, necesaria para la transmisión del impulso nervioso.
- Donador de grupos metilos. La colina puede suministrar grupos metilos lábiles para formar metionina a partir de la homocistina, previa conversión a betaína.

Por tanto, un exceso de betaína puede ahorrar colina. Sin embargo debe tenerse en cuenta que la colina tiene actividades específicas, tales como prevención de perosis y de

hígados grasos (síntesis de fosfolípidos y acetilcolina) que no pueden evitarse por la adición de betaína (Roche, 1989; Baker, 1995). Lowry *et al.* (1987) estiman que en dieta semisintéticas sólo un tercio de la colina precisa para un crecimiento óptimo y puede ser reemplazada por betaína.

Los alimentos naturales, ricos en grasa o de origen animal, son ricos en colina. Levaduras, harinas animales, aceites crudos y tortas vegetales contienen cantidades importantes de colina. El refinado del aceite para consumo humano precisa de un tratamiento alcalino, limpieza y blanqueado del producto (retirada de las gomas) y por tanto reduce su contenido en colina (Anderson *et al.*, 1979). Maíz y mandioca son fuentes pobres. Los cereales blancos, especialmente el trigo son fuentes intermedias, de aquí que las necesidades suplementarias de colina sean superiores en una ración a base de maíz que a base de trigo. La disponibilidad de la colina es variable. Es inferior al 30% en cereales y harina de colza pero puede llegar al 83% en soja integral (Roche, 1989; Emmert, Baker, 1997; NRC, 1998).

6.1.1.2 Problemas por la deficiencia de colina

Una deficiencia en colina da lugar a síntomas tales como retardo del crecimiento y pobre productividad.

Una Deficiencia de colina conduce a la infiltración grasa del hígado y, en los estadios agudos, a la cirrosis de este importante órgano, especialmente en rumiantes (Roy, 1980).

Una suplementación abomasal con colina, resulta a menudo en un incremento de la producción láctea por lo que es interesante la búsqueda de formas protegidas (Sharma, Erdman, 1989).

Tanto la colina pura como el cloruro de colina son muy higroscópicos y difíciles de manejar. Por ello a nivel comercial se utilizan productos a base de cloruro de colina que contienen 87% de la vitamina. Existen presentaciones líquidas (75% de cloruro de colina en agua) y sólidas (50 ó 60% de cloruro de colina excipientada en sílice o en sustrato vegetal).

El cloruro de colina se obtiene a partir del metanol y del amoníaco con posterior reacción con óxido de etileno y ácido clorhídrico. Es una sustancia estable pero muy reactiva. Su adición en cantidades altas en microcorrectores concentradas reduce la estabilidad de numerosas vitaminas por lo que es aconsejable su incorporación directa al pienso, especialmente en correctores que se almacenen por más de 14-21 días.

Asimismo, la forma líquida es muy corrosiva, especialmente con altas temperaturas y alto contenido en oxígeno. Conductos y válvulas deben ser de acero inoxidable, aleaciones o plásticos especiales resistentes a la corrosión.

Por otra parte Combs (1992), considera a la colina como un nutriente esencial de la dieta del ternero prerrumiante. Los valores varían de 0,26 a 2,4 g/kg de MS del alimento.

Las recomendaciones de colina de las diversas fuentes son difíciles de comparar, ya que en unas ocasiones se expresan en colina, otras en cloruro de colina y otras en producto comercial.

El mínimo recomendado por el NRC (1998) supera a la mayoría de las recomendaciones prácticas. Esto se debe a que muchos alimentos contienen bastante colina, y cuando se considera el mínimo, se está hablando en la dieta completa. En cambio, las recomendaciones dadas en ocasiones por la industria, se refieren únicamente a lo que se incluye en el corrector.

6.2 Requerimientos de vitaminas del ternero prerumiante

Por otro lado estudios realizados en animales alimentados con una dieta de composición química definida, con grandes cantidades de nutrientes esenciales conocidos (carbohidratos, proteínas, grasas y minerales), demostraron la necesidad de factores adicionales para lograr un buen estado de salud y crecimiento. Se encontró que había factores de crecimiento desconocidos presentes en los alimentos naturales (Combs, 1992).

A partir de la información disponible, se establecen las recomendaciones del contenido de vitaminas en la dieta del ternero joven.

Aunque las vitaminas son necesarias en cantidades mucho más pequeñas que los nutrientes liberadores de energía y las proteínas, desempeñan un papel esencial en el metabolismo de los animales. Es importante reconocer que el ternero recién nacido tiene reservas corporales de vitaminas muy limitadas y por consiguiente es altamente

dependiente de su alimento con respecto a estos nutrientes esenciales. Como compensación a las escasas reservas corporales de vitaminas, el primer alimento del ternero, el calostro natural, contiene grandes cantidades de la mayoría de estos factores esenciales (Roy, 1980). Esta es una de las razones por las que es tan importante garantizar que el ternero recién nacido reciba abundantes cantidades de calostro poco después del nacimiento

Tabla 8: Concentraciones recomendadas a de las vitaminas en la dieta del ternero prerumiante (50 kg) comparadas con las concentraciones halladas en la leche entera en polvo

Vitamina	UNL.	Radostits y Bell (1970)	NRC (1989)	ARC (1980)	Roy (1980)	Toullec (1989)	Tomkins y Master (1991)	Leche Entera
Liposolubles								
A	UI	2350	3750	3333	30000	48000	20 - 40000	11500
D	UI	330	595	200	200	2800	4 - 12000	307
E	UI	150	40	10 - 15	10 - 30	11 - 30	40 - 200	8
K	mg.	-	-	-	-	2	2 - 2,5	0,6
Hidrosolubles								
Tiamina (B1)	mg.	3,25	6,5	3,25 - 7,35	3,6	1 - 5,3	6 - 10	3,3
Riboflavina	mg.	2,25	6,5	0,75 - 2,25	14,6	0,8 - 2,5	8 - 10	12,2
Piridoxina (B6)	mg.	3,25	6,5	3,25	3,5	2	2 - 10	4,4
Ac. Pantoténico	mg.	9,8	13	9,8	9,8	5 - 11,0	15 - 20	25,9
Niacina	mg.	13	2,5	13	13	10 - 14	10 - 50	9,5
Biotina	mg.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11	100 - 500	0,3
Ac. Fólico	mg.	0,7	0,5	0,25	0,25	0,8	0,5 - 4	0,6
B12	mg.	0,02 - 0,04	0,07	0,02 - 0,04	0,03	0,02- 0,06	0,07 - 0,1	0,05
Colina	gr.	1,3	0,26	1,3	-	1,44	1,2 - 2,4	1,08
C	mg.	-	-	-	136	100	200 - 400	120

V. MATERIALES Y MÉTODOS

1. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales que se utilizaron en la fase de campo de nuestra investigación fueron:

1.1 MATERIAL DE CAMPO

- ✓ 16 Terneras recién nacidas de cruce Holstein – Brown Swiss
- ✓ Pesebreras en madera y piso cementado con comederos
- ✓ Lonas
- ✓ Malla
- ✓ Etiquetas para identificar las pesebreras
- ✓ Biberones
- ✓ Baldes
- ✓ Carretillas
- ✓ Pala
- ✓ Tijeras
- ✓ Navaja

1.2 ALIMENTACIÓN

- ✓ Balanceado con proteína 18%, grasa cruda 2.5%, fibra cruda 8%, ceniza 8%, humedad 13%.
- ✓ Afrecho de trigo, sal y melaza
- ✓ Sal
- ✓ Leche

- ✓ Agua
- ✓ Cloruro de Colina 2 kg
- ✓ Medicinas Varias

1.3 EQUIPOS DE MEDICIÓN

- ✓ Balanza electrónica
- ✓ Cinta Zoométrica
- ✓ Metro

1.4 OTROS MATERIALES

- ✓ Material de papelería
- ✓ Computador
- ✓ Cámara Fotográfica
- ✓ Libreta

2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La fase experimental de la investigación se evaluó en la Hacienda “El Jordán”, propiedad de la Familia Miranda Vargas, ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia El Chaupi; en las coordenadas geográficas:

Latitud: 00° 34' 24”

Longitud: 78° 37' 8”

Las condiciones agro climáticas del sector antes mencionado son las siguientes:

Altura aproximada de 3280 msnm.

Piso Climático Montano Bajo

La temperatura máxima es de 27.6 °C.

La temperatura media anual es de 12.6 °C.

La temperatura mínima es de 1 °C.

La precipitación media anual es de 892 mm/año

3. METODOLOGÍA

3.1. Cálculo de la dosis de colina / kg de peso

Para determinar la dosis de colina por kg de peso en terneras desde los cero hasta los tres meses de edad se partió de datos de requerimientos en otra especie, en este caso de cerdos, ya que al inicio no se encontró información para terneras.

Producto: Cloruro de Colina al 65 %

Requerimiento en cerdos: 600 ppm / kg de peso

Consumo diario de alimento: 300 – 400 g

Cantidad de Cloruro de Colina / Kg. de Alimento: 52,5 g

$$\text{Cantidad de Colina / kg. de Alimento: } \frac{(52,5 \text{ g} * 65)}{100} = 34,125 \text{ g}$$

Cantidad de colina en la ración de consumo diario:

$$\begin{array}{r} (34,125 \text{ mg} * 0,350 \text{ Kg}) \\ \hline \phantom{(34,125 \text{ mg} * 0,350 \text{ Kg})} = 11,943 \text{ mg} \\ 1 \text{ Kg} \end{array}$$

Cantidad de Colina por Kg. de peso:

$$\begin{array}{r} 11,943 \text{ mg de Colina} \\ \hline \phantom{11,943 \text{ mg de Colina}} = 26,5 \text{ mg de Colina} \\ 45 \text{ Kg de Peso} \end{array}$$

3.2 Preparación de instalaciones

3.2.1 Preparación de los comederos

Los comederos fueron adaptados con mallas para realizar la medición de consumo de forraje en cada corral individual. Figuras 3, 4 y 5



Figura 3. Colocación de malla en los comederos



Figura 4. Colocación de malla en los comederos



Figura 5. Comederos con malla y forraje

Para el piso de cada corral se utilizó colocho (residuo de tallos de plantas madereras) y paja, los mismos que se cambiaban diariamente por el aspecto sanitario. Figura 6



Figura 6. Preparación de los corrales con paja y colocho

3.2.2 Ubicación de las terneras en los corrales

Las terneras fueron ubicándose en los corrales según fue su nacimiento hasta completar totalmente el número de unidades experimentales para el ensayo. Figura 7, 8, 9,10



Figura 7. Terneras en los corrales individuales Tratamiento 1



Figura 8. Terneras en los corrales individuales Testigo



Figura 9. Terneras en los corrales individuales Tratamiento 3



Figura 10. Terneras en los corrales individuales Tratamiento 4

3.3 Alimentación de las terneras

3.3.1 Pesaje de las dosis de colina para cada ternera

Las dosis de colina para cada ternera se pesaron diariamente. Figura 11

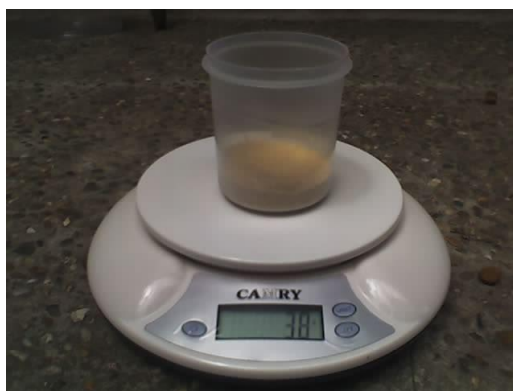


Figura 11. Pesaje de la Colina

3.3.2 Alimentación líquida con la colina

La primera semana se suministró la vitamina con leche, pero por la baja palatabilidad se procedió a dar la vitamina con agua y biberón a las horas de mayor calor. Figura 12



Figura 12. Alimentación Líquida con Colina

3.3.3 Alimentación con forraje

El pesaje del forraje desde la primera semana de edad se colocó debidamente en cada comedero para su medición diaria. Figura 13



Figura 13. Alimentación con forraje

3.3.4 Alimentación con balanceado

El pesaje del balanceado se realizó desde la primera semana de edad, para su medición diaria. Figura 14



Tabla. 14. Alimentación con Balanceado

3.4 Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar, para los cuatro tratamientos conformados por los niveles de colina, determinados anteriormente, y el testigo; para cada tratamiento se utilizaron 4 terneras de 0 a 6 meses de edad que determinaron las unidades experimentales, realizándose cuatro repeticiones por cada tratamiento. Para este análisis experimental se utilizó el programa Excel.

En la figura 15 se puede observar la distribución de las unidades experimentales en corrales individuales.

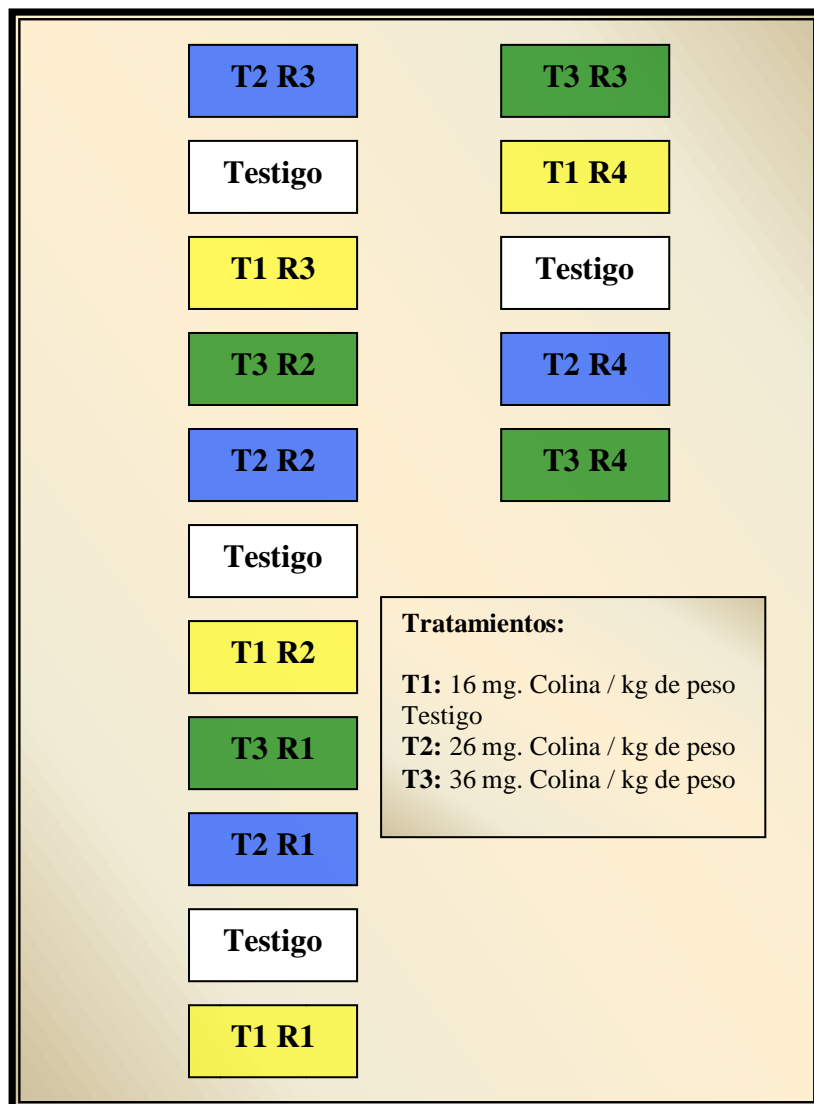


Figura 15. Distribución de las unidades experimentales los corrales individuales

3.4.1 Descripción de los tratamientos

TESTIGO: Consiste la alimentación con balanceado, leche, agua y forraje que se les da a las terneras normalmente en la hacienda.

TRATAMIENTO 1: Las terneras se alimentaron con balanceado, leche, forraje y agua hasta los seis meses de edad y Cloruro de Colina desde el nacimiento hasta los tres meses de edad en un nivel de 16 mg de Colina / Kg de peso de la Ternera.

TRATAMIENTO 2: Las terneras se alimentaron con balanceado, leche, forraje y agua hasta los seis meses de edad y Cloruro de Colina desde el nacimiento hasta los tres meses de edad en un nivel de 26 mg de Colina / Kg de peso de la Ternera.

TRATAMIENTO 3: Las terneras se alimentaron con balanceado, leche, forraje y agua hasta los seis meses de edad y Cloruro de Colina desde el nacimiento hasta los tres meses de edad en un nivel de 36 mg de Colina / Kg de peso de la Ternera.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

1. PESO

Peso en Kg al nacimiento

Se tomaron unidades experimentales (terneras) homogéneas, para los pesos promedios al nacimiento y se procedió a realizar un análisis de varianza. Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de varianza de los pesos promedio al nacimiento

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	68,5	3	22,833	1,666	0,227	3,490
Dentro de los grupos	164,5	12	13,708			
Total	233	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al nacimiento se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p= 0,227$).

Peso en Kg al Primer Mes

Se tomaron los pesos promedios al primer mes de todos los tratamientos y se procedió a realizar un análisis de varianza. Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis de varianza de los pesos promedio al primer mes

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	49,5	3	16,500	0,302	0,823	3,490
Dentro de los grupos	655,5	12	54,625			
Total	705	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al primer mes de edad se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p= 0,823$).

Peso en Kg al Segundo Mes

Se tomaron los pesos promedios al segundo mes de edad de todos los tratamientos y se procedió a realizar un análisis de varianza. Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de varianza de los pesos promedio al segundo mes

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	346,4	3	115,458	1,311	0,316	3,490
Dentro de los grupos	1057	12	88,073			
Total	1403	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al segundo mes de edad se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p= 0,316$).

Peso en Kg al Tercer Mes

Se tomaron los pesos promedios al tercer mes de edad de todos los tratamientos, para luego proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de varianza de los pesos promedio al tercer mes

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	555,3	3	185,099	3,566	0,047	3,490
Dentro de los grupos	622,8	12	51,901			
Total	1178	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al tercer mes de edad se tiene que todos estos valores si muestran diferencias levemente significativas entre tratamientos ($p=0,047$).

Al haber diferencias significativas, se realizó el Test de Duncan al 5%, y donde se obtuvieron los siguientes resultados: Cuadro 5

Cuadro 5. Prueba de Duncan para el tercer mes.

Tratamientos	Medias	n		
T1	94,13	4	A	
T2	84,38	4	A	B
Testigo	83,38	4	A	B
T3	77,75	4		B

Esta prueba nos indica que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 1 con 94,13 kg, seguido por el tratamiento 2 y el testigo con 84,38 kg y 83,38 kg respectivamente no existen diferencias significativas entre estos tratamientos, el menor valor lo obtuvo el tratamiento 3 con 77,75 kg siendo significativo con respecto al tratamiento 1, esta diferencia pudo ser causada por la afección de neumonías especialmente a las unidades experimentales del tratamiento 3.

Peso en Kg al Cuarto Mes

Se tomaron los pesos promedios al cuarto mes de edad de todos los tratamientos, para luego proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis de varianza de los pesos promedio al cuarto mes

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	933,7	3	311,229	2,820	0,084	3,490
Dentro de los grupos	1324	12	110,354			
Total	2258	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al cuarto mes de edad se tiene que todos estos valores muestran diferencias levemente significativas entre tratamientos ($p=0,084$).

Cuadro 7. Prueba de Duncan al 5% para el cuarto mes

Tratamientos	Medias	n		
T1	128,25	4	A	
T2	114,25	4	A	B
Testigo	110	4		B
T3	109,25	4		B

Esta prueba nos indica que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 1 con 128,25 kg, seguido por el tratamiento 2 y el testigo con 114,25 kg y 110 kg respectivamente no existen diferencias significativas entre estos dos tratamientos, pero en relación al tratamiento 1 con el testigo si existen diferencias significativas, el menor valor lo obtuvo el tratamiento 3 con 109,25 kg siendo si significativo con respecto al tratamiento 1, esta diferencia pudo ser causada ya que las unidades experimentales del tratamiento 3 al haber sufrido neumonías el mes anterior, su apetito se vio afectado y por ende reflejado en el peso a este mes..

Peso en Kg al Quinto Mes

Se tomaron los pesos promedios al quinto mes de edad de todos los tratamientos para proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 8.

Cuadro 8. Análisis de varianza de los pesos promedio al quinto mes

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	402,2	3	134,063	2,789	0,086	3,490
Dentro de los grupos	576,8	12	48,063			
Total	978,9	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al quinto mes de edad se tiene que todos estos valores muestran diferencias levemente significativas entre tratamientos ($p=0,086$).

Cuadro 9. Prueba de Duncan al 5 % para el quinto mes

Tratamientos	Medias	n		
T1	163	4	A	
T2	158,5	4	A	B
T3	152,5	4	A	B
Testigo	150,25	4		B

Esta prueba nos indica que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 1 con 163 kg, seguido por el tratamiento 2 y el tratamiento 3 con 158,5 kg y 152,5 kg respectivamente no existen diferencias significativas entre estos tratamientos, el menor valor lo obtuvo el testigo con 150,25 kg siendo si significativo con respecto al tratamiento 1, esta diferencia pudo ser causada por que la suplementación de colina a los tratamientos durante los tres primeros meses que ha proporcionado ya una diferencia en lo que a la variable peso se refiere, por otro lado se ve ya la recuperación del tratamiento 3 habiendo ya una compensación en el peso en relación al mes anterior.

Peso en Kg al Sexto Mes

Se tomaron los pesos promedios al sexto mes de edad de todos los tratamientos para proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis de varianza de los pesos promedio al sexto mes

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	354,7	3	118,229	18,980	7,523E-05	3,490
Dentro de los grupos	74,75	12	6,229			
Total	429,4	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al sexto mes de edad se tiene que todos estos valores muestran diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p=7,523E-05$).

Cuadro 11. Prueba de Duncan al 5 % para el sexto mes.

Tratamientos	Medias	n			
T1	194,5	4	A		
T3	189	4		B	
T2	188,5	4		B	
Testigo	181,25	4			C

Esta prueba nos indica que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 1 con 194,5 kg, seguido por el tratamiento 3 y el tratamiento 2 con 189 kg y 188,5 kg respectivamente no existen diferencias significativas entre estos dos tratamientos pero si en relación al tratamiento 1, el menor valor lo obtuvo el testigo con 181,75 kg siendo significativo con respecto al tratamiento 1, al tratamiento 2 y al tratamiento 3, esta diferencia pudo ser causada debido a la suplementación de colina ya que su función esencial de donador de grupos metil para la síntesis de importantes compuestos,

economiza la utilización de metionina como donador de grupos metil y más bien este aminoácido es utilizado para la construcción muscular y desarrollo de órganos (Roy 1980).

En el gráfico 1 se presenta la tendencia de los pesos promedio de cada tratamiento en función del tiempo (meses).

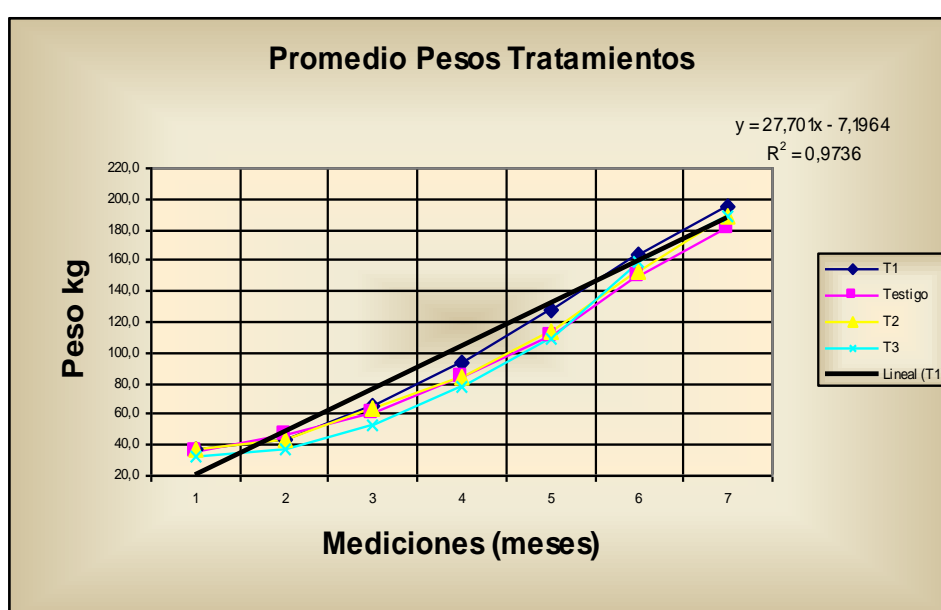


Gráfico 1. Promedio de pesos mensuales de los tratamientos

Se puede observar que el tratamiento 1, tratamiento 2 y el tratamiento 3 muestran diferencias levemente significativas a partir del tercer mes y al finalizar el período de evaluación se observan diferencias altamente significativas ($p = 7,523E-05$), siendo el tratamiento 1 el que mejor respondió a la suplementación con colina. También se presenta la línea de tendencia para el tratamiento 1 con su respectiva ecuación: $y = 27,701x - 7,1964$ ($R^2 = 0,9736$), siendo “x” el tiempo en meses y “y” el peso en kg. Al respecto Wattiaux, 1999 señala que existe una relación positiva muy fuerte entre el

peso corporal al primer parto y el rendimiento de leche en la primera lactancia. Esta relación no significa necesariamente que las terneras que son genéticamente grandes son más deseables; lo que es deseable es que las terneras estén lo suficientemente desarrolladas antes del parto. Estudios realizados citados anteriormente por Sutton *et al.* (1963) y Hazard T (1999), muestran que los resultados se encuentran dentro de los parámetros normales que van desde 190 a 200 kg.

2. ALTURA

Altura en cm al Primer Mes

Se tomaron las alturas promedios al primer mes de edad de todos los tratamientos para luego proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 13.

Cuadro 13. Análisis de varianza de las alturas promedio del primer mes

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>Valor crítico para F</i>		
				<i>F</i>	<i>P</i>	
Entre grupos	3,5	3	1,167	0,966	0,441	3,490
Dentro de los grupos	14,5	12	1,208			
Total	18	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al primer mes de edad se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,441$).

Altura en cm al Segundo Mes

Se tomaron las alturas promedios al segundo mes de edad de todos los tratamientos para luego proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de varianza de las alturas promedio al segundo mes

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	10,25	3	3,417	1,907	0,182	3,490
Dentro de los grupos	21,5	12	1,792			
Total	31,75	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al segundo mes de edad se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,441$).

Altura en cm al Tercer Mes

Se tomaron las alturas promedios al tercer mes de edad de todos los tratamientos para luego proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 15.

Cuadro 15. Análisis de varianza de las alturas promedio al tercer mes

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	9,5	3	3,167	1,490	0,267	3,490
Dentro de los grupos	25,5	12	2,125			
Total	35	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al tercer mes de edad se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,267$).

Altura en cm al Cuarto Mes

Se tomaron las alturas promedios al cuarto mes de edad de todos los tratamientos para luego proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 16.

Cuadro 16. Análisis de varianza de las alturas promedio al cuarto mes

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	73,69	3	24,563	6,587	0,007	3,490
Dentro de los grupos	44,75	12	3,729			
Total	118,4	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al cuarto mes de edad se tiene que todos estos valores muestran diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p=0,007$).

Cuadro 17. Prueba de Duncan al 5 % para el cuarto mes

Tratamientos	Medias	n		
T3	99,75	4	A	
T1	99,5	4	A	
T2	99	4	A	
Testigo	94,5	4		B

El tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 3 con 99,75 cm, seguido por el tratamiento 1 y el tratamiento 2 con 99,5 cm y 99 cm respectivamente no existen diferencias significativas entre estos tratamientos, el menor valor lo obtuvo el testigo con 94,5 cm siendo significativo con respecto al tratamiento 1, al tratamiento 2 y al tratamiento 3, esta diferencia pudo ser causada por la proteína que es consumida por el animal al estar directamente relacionada con la altura que refleja el crecimiento de su

cuerpo (crecimiento esquelético) (Hazard T, 1999) no se optimiza en una cantidad necesaria, lo que la suplementación de colina ayuda a este problema.

Altura en cm al Quinto Mes

Se tomaron las alturas promedios al quinto mes de edad de todos los tratamientos para proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 18.

Cuadro 18. Análisis de varianza de las alturas promedio al quinto mes

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	64,19	3	21,396	6,712	0,007	3,490
Dentro de los grupos	38,25	12	3,188			
Total	102,4	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al quinto mes de edad se tiene que todos estos valores si muestran diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p=0,007$).

Cuadro 19. Prueba de Duncan al 5 % para el quinto mes

Tratamientos	Medias	n		
T1	101,75	4	A	
T3	101,25	4	A	
T2	101	4	A	
Testigo	96,75	4		B

Se observa que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 1 con 101,75 cm, seguido por el tratamiento 3 y el tratamiento 2 con 101,25 cm y 101 cm respectivamente

no existen diferencias significativas entre estos tratamientos, el menor valor lo obtuvo el testigo con 96,75 cm siendo si significativo con respecto al tratamiento 1, al tratamiento 2 y al tratamiento 3, esta diferencia pudo ser causada ya que las terneras al ingerir alimento seco desde las primeras semanas de vida y tener los estómagos ya desarrollados, así como la capacidad de absorción intestinal mucho más desarrollada, optimiza en este caso la proteína consumida para el crecimiento esquelético (Sutton *et al.*, 1963; Warner, Flatt, 1965; Huber, 1969).

Altura en cm al Sexto Mes

Se tomaron las alturas promedios al sexto mes de edad de todos los tratamientos para proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 20.

Cuadro 20. Análisis de varianza de las alturas promedio al sexto mes

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	75,188	3	25,063	11,680	0,001	3,490
Dentro de los grupos	25,75	12	2,146			
Total	100,94	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al sexto mes de edad se tiene que todos estos valores muestran diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p=0,001$).

Cuadro 21. Prueba de Duncan al 5 % para el sexto mes

Tratamientos	Medias	n		
T1	104,5	4	A	
T2	102,5	4	A	
T3	102,25	4	A	
Testigo	98,5	4		B

Esta prueba nos indica que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 1 con 104,5 cm, seguido por el tratamiento 2 y el tratamiento 3 con 102,5 cm y 102,25 cm respectivamente no existen diferencias significativas entre estos tratamientos, el menor valor lo obtuvo el testigo con 98,5 cm siendo si significativo con respecto al tratamiento 1, al tratamiento 2 y al tratamiento 3, esta diferencia pudo ser causada por la optimización de la proteína consumida para el desarrollo esquelético y a la buena evolución del tejido intestinal para la absorción de nutrientes (Sutton *et al.*, 1963).

En el gráfico 2 se presenta la tendencia de las alturas promedio de cada tratamiento en función del tiempo (meses).

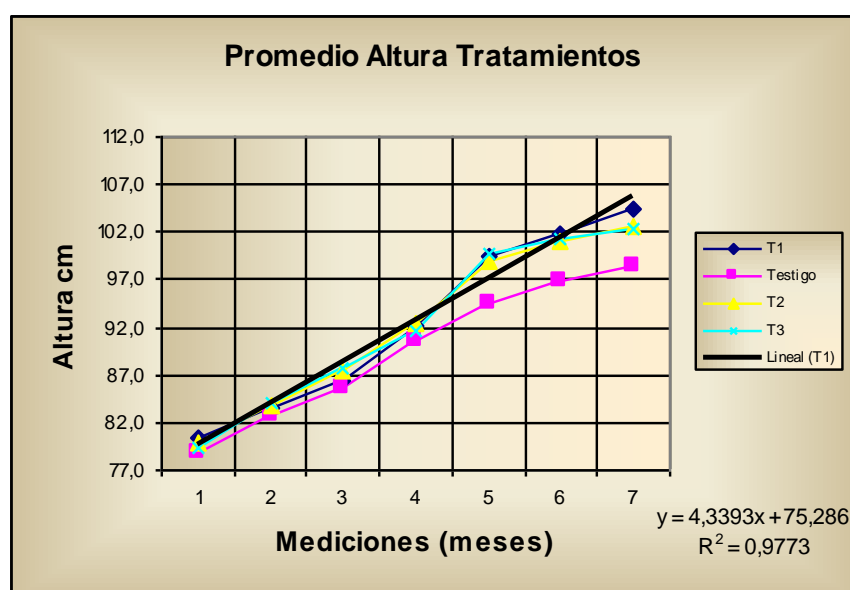


Gráfico 2. Promedio mensual de las alturas en cm de los tratamientos

Se puede observar que el tratamiento 1, tratamiento 2 y el tratamiento 3 muestran diferencias altamente significativas a partir del cuarto mes hasta finalizar el período de evaluación ($p = 0,001$), siendo el tratamiento 1 el que mejor respondió a la suplementación con colina. También se presenta la línea de tendencia para el tratamiento 1 con su respectiva ecuación: $y = 4,3393x - 75,286$ ($R^2 = 0,9773$), siendo “x” el tiempo en meses y “y” la altura en cm. Al respecto Wattiaux (1999) señala que para monitorear la tasa de crecimiento de las terneras en general, con tener medidas al nacimiento y al primer parto es suficiente. Sin embargo, mediciones múltiples de altura, peso y calificación de condición corporal en varios puntos durante el proceso de crianza, le permiten al productor monitorear fases específicas en la crianza (cuando son terneras, período de destete, crecimiento pre-púber, etc.). Varios estudios realizados anteriormente en haciendas estadounidenses por Hazard T (1999) muestran que los resultados se encuentran dentro de los parámetros normales, que para una ternera de 6 meses de edad son 100 a 105 cm .

3. DIÁMETRO DEL BARRIL

Diámetro del Barril en cm al Nacimiento

Se tomaron los diámetros del barril promedio al nacimiento de todos los tratamientos, para luego proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 22.

Cuadro 22. Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al nacimiento

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2,688	3	0,896	0,453	0,720	3,490
Dentro de los grupos	23,75	12	1,979			
Total	26,44	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al nacimiento se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,720$).

Diámetro del barril en cm al Primer Mes

Se tomaron los diámetros del barril promedio al primer mes de edad de todos los tratamientos, para proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 23.

Cuadro 23. Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al primer mes

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	8,688	3	2,896	3,564	0,047	3,490
Dentro de los grupos	9,75	12	0,813			
Total	18,44	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al primer mes se tiene que todos estos valores muestran diferencia levemente significativa entre tratamientos ($p=0,047$).

Cuadro 24. Prueba de Duncan al 5 % al primer mes.

Tratamientos	Medias	n		
T1	86	4	A	
T3	84,75	4	A	B
T2	84,5	4		B
Testigo	84	4		B

Esta prueba nos indica que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 1 con 86 cm, seguido por el tratamiento 3 con 84,75 cm no existen diferencias significativas, al igual que entre el tratamiento 2 y el testigo con 84,5 cm y 84 cm respectivamente, siendo este el de menor valor es significativo con respecto al tratamiento 1, esta diferencia pudo ser causada debido a que el consumo de alimento especialmente de concentrado no es todavía considerable, por lo que es reflejado en el diámetro del animal así como en el peso ya que están directamente relacionados (Hazard T, 1999).

Diámetro del barril en cm al Segundo Mes

Se tomaron los diámetros del barril promedio al segundo mes de edad de todos los tratamientos, para luego proceder a realizar el análisis experimental. Cuadro 25.

Cuadro 25. Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al segundo mes

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	12,25	3	4,083	4,261	0,029	3,490
Dentro de los grupos	11,5	12	0,958			
Total	23,75	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al segundo mes de edad, se tiene que todos estos valores muestran diferencias moderadamente significativas entre tratamientos ($p=0,029$).

Cuadro 26. Prueba de Duncan al 5 % para el segundo mes.

Tratamientos	Medias	n		
T1	90,75	4	A	
T2	89,5	4	A	B
T3	88,75	4		B
Testigo	88,5	4		B

Esta prueba nos indica que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 1 con 90,75 cm, seguido por el tratamiento 2 con 89,5 cm no existen diferencias significativas, al igual que entre el tratamiento 2, tratamiento 3 y el testigo con 89,5 cm, 88,75 cm y 88,5 cm respectivamente, siendo este el de menor valor significativo con respecto al tratamiento 1, esta diferencia pudo ser causada por la diferencia que existe en el consumo de alimento de las unidades experimentales especialmente concentrado.

Diámetro del barril en cm al Tercer Mes

Se tomaron los diámetros del barril promedio al tercer mes de edad de todos los tratamientos, para luego proceder a realizar un análisis de varianza. Cuadro 27.

Cuadro 27. Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al tercer mes

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	106,5	3	35,500	2,908	0,078	3,490
Dentro de los grupos	146,5	12	12,208			
Total	253	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al tercer mes de edad, se tiene que todos estos valores muestran diferencias levemente significativas entre tratamientos ($p=0,078$).

Cuadro 28. Prueba de Duncan al 5 % para el tercer mes.

Tratamientos	Medias	n		
T1	99,75	4	A	
T2	97,5	4	A	B
T3	94,75	4	A	B
Testigo	93	4		B

Esta prueba nos indica que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 1 con 99,75 cm, seguido por el tratamiento 2 y el tratamiento 3 con 97,5 cm y 94,75 cm respectivamente no existen diferencias significativas entre estos tratamientos, el menor valor lo obtuvo el testigo con 93 cm siendo significativo con respecto al tratamiento 1, esta diferencia pudo ser causada ya que la presencia de neumonías en los tratamientos, afecto el apetito, haciendo que el consumo de alimento sea en menor cantidad.

Diámetro del barril en cm al Cuarto Mes

Se tomaron los diámetros del barril promedio al cuarto mes de edad de todos los tratamientos, para luego proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 29.

Cuadro 29. Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al cuarto mes

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	222,5	3	74,167	6,980	5,681E-03	3,490
Dentro de los grupos	127,5	12	10,625			
Total	350	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al cuarto mes de edad, se tiene que todos estos valores muestran diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p=5,68E-03$).

Cuadro 30. Prueba de Duncan al 5 % para el cuarto mes.

Tratamientos	Medias	n		
T1	107,25	4	A	
T2	104	4	A	
T3	103,75	4	A	
Testigo	97	4		B

Esta prueba nos indica que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 1 con 107,25 cm, seguido por el tratamiento 2 y el tratamiento 3 con 104 cm y 103,75 cm respectivamente no existen diferencias significativas entre estos tratamientos, el menor

valor lo obtuvo el testigo con 97 cm siendo significativo con respecto al tratamiento 1, esta diferencia pudo deberse a que al tener la presencia de neumonías durante el mes anterior, las terneras sufrieron una compensación en la tasa de crecimiento, permitiendo que las terneras regresen al peso normal esperado (Hazard T, 1999).

Diámetro del barril en cm al Quinto Mes

Se tomaron los diámetros del barril promedio al quinto mes de edad de todos los tratamientos, para luego proceder a realizar un análisis de varianza. Cuadro 31.

Cuadro 31. Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al quinto mes

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	288,7	3	96,229	16,207	1,608E-04	3,490
Dentro de los grupos	71,25	12	5,938			
Total	359,9	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al quinto mes de edad, se tiene que todos estos valores muestran diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p=1,608E-04$).

Cuadro 32. Prueba de Duncan al 5 % para el quinto mes.

Tratamientos	Medias	n			
T1	114,25	4	A		
T2	111,5	4	A	B	
T3	109,75	4		B	
Testigo	102,75	4			C

Esta prueba nos indica que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 1 con 114,25 cm, seguido por el tratamiento 2 y el tratamiento 3 con 111,5 cm y 109,75 cm respectivamente no existen diferencias significativas entre estos tratamientos, el menor valor lo obtuvo el testigo con 102,75 cm siendo significativo con respecto al tratamiento 1, al tratamiento 2 y al tratamiento 3, esta diferencia pudo deberse esta diferencia pudo deberse a que la suplementación de colina durante los tres primeros meses más la cantidad de alimento consumido mantiene un tasa normal de crecimiento en lo que a diámetro de barril corresponde (Hazard T, 1999).

Diámetro del barril en cm al Sexto Mes

Se tomaron los diámetros del barril promedio al sexto mes de edad de todos los tratamientos, para luego realizar el análisis de varianza. Cuadro 33.

Cuadro 33. Análisis de varianza de los diámetros del barril promedio al sexto mes

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	164,7	3	54,896	12,371	5,547E-04	3,490
Dentro de los grupos	53,25	12	4,438			
Total	217,9	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos al sexto mes de edad, se tiene que todos estos valores muestran diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p=5,547E-04$).

Cuadro 34. Prueba de Duncan al 5 % para el sexto mes.

Tratamientos	Medias	n		
T1	118,75	4	A	
T2	117,25	4	A	
T3	115,5	4	A	
Testigo	110,25	4		B

Esta prueba nos indica que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 1 con 118,75 cm, seguido por el tratamiento 2 y el tratamiento 3 con 117,25 cm y 115,5 cm respectivamente no existen diferencias significativas entre estos tratamientos, el menor valor lo obtuvo el testigo con 110,25 cm siendo significativo con respecto al tratamiento 1, al tratamiento 2 y al tratamiento 3, esta diferencia pudo deberse a que el consumo de alimento que es asimilado de mejor forma por los tratamientos con la suplementación con colina, muestra una tasa de crecimiento mejor (NRC, 1998).

En el gráfico 3 se presenta la tendencia de los diámetros de barril promedio de cada tratamiento en función del tiempo (meses).

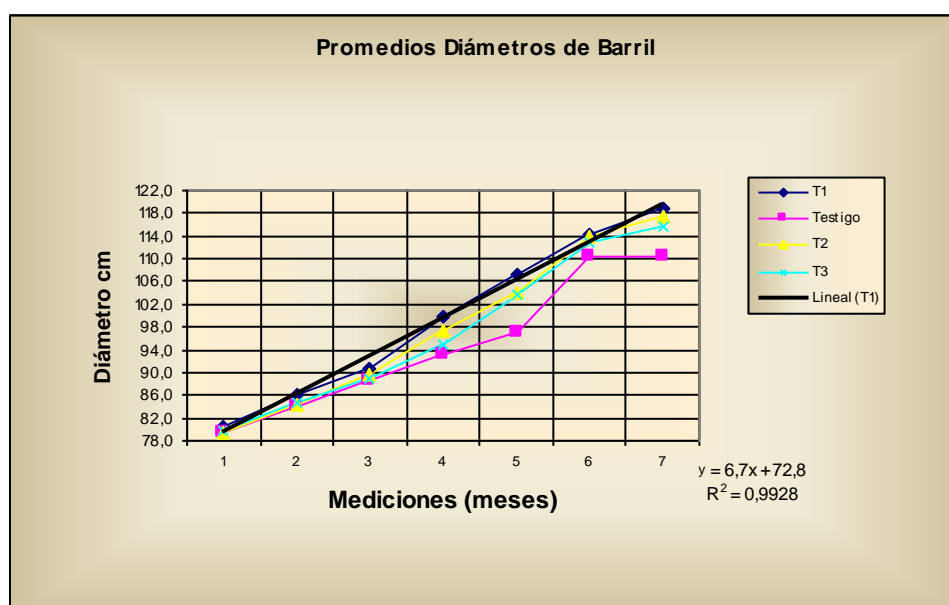


Gráfico 3. Promedio de los diámetros de barril en cm de los tratamientos

Se puede observar que el tratamiento 1, tratamiento 2 y el tratamiento 3 muestran diferencias levemente a partir del primer mes de evaluación y al finalizar el período de evaluación se observan diferencias altamente significativas ($p=5,547E-04$) siendo el tratamiento 1 el que mejor respondió a la suplementación con colina. También se presenta la línea de tendencia para el tratamiento 1 con su respectiva ecuación: $y = 6,7x - 72,8$ ($R^2 = 0,9928$), siendo “x” el tiempo en meses y “y” el diámetro en cm. Respecto al diámetro de barril, Wattiaux (1999) señala que las medidas de la circunferencia de la cavidad torácica, pueden ser utilizadas para predecir con precisión el peso corporal. Y que el construir tablas específicas para razas y otras locaciones alrededor del mundo debe de ser parte de cualquier programa de mejoramiento lechero.

4. GANANCIA DE PESO DIARIA

Ganancia de peso gr /dia Período 1 a 2

Se calculó la ganancia de peso promedio desde el nacimiento hasta el primer mes de edad de todos los tratamientos, para luego proceder a realizar el análisis de varianza.

Cuadro 35.

Cuadro 35. Análisis de varianza de la ganancia de peso promedio en el período 1 a 2

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	297238,93	3	99079,645	2,486	0,110	3,490
Dentro de los grupos	478192,95	12	39849,413			
Total	775431,89	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos en el período desde el nacimiento hasta el primer mes de edad, se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,110$).

Ganancia de Peso gr /dia Período 2 a 3

Se calculó la ganancia de peso promedio desde el primer mes hasta el segundo mes de edad de todos los tratamientos, para luego proceder a realizar el análisis de varianza.

Cuadro 37.

Cuadro 37. Análisis de varianza de la ganancia de peso promedio en el período 2 a 3

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	219236,11	3	73078,704	0,935	0,454	3,490
Dentro de los grupos	937916,67	12	78159,722			
Total	1157152,8	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos en el período desde el primer hasta el segundo mes de edad, se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,454$).

Ganancia de Peso gr /dia Período 3 a 4

Se calculó la ganancia de peso promedio desde el segundo mes hasta el tercer mes de edad de todos los tratamientos, para luego proceder a realizar el análisis de varianza.

Cuadro 38.

Cuadro 38. Análisis de varianza de la ganancia de peso promedio en el período 3 a 4

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	145607,64	3	48535,880	0,677	0,583	3,490
Dentro de los grupos	860763,89	12	71730,324			
Total	1006371,5	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos en el período desde el segundo hasta el tercer mes de edad, se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,583$).

Ganancia de Peso gr /dia Período 4 a 5

Se calculó la ganancia de peso promedio desde el tercer mes hasta el cuarto mes de edad de todos los tratamientos, para luego proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 39.

Cuadro 39. Análisis de varianza de la ganancia de peso promedio en el período 4 a 5

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	131302,08	3	43767,361	0,992	0,430	3,490
Dentro de los grupos	529513,89	12	44126,157			
Total	660815,97	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos en el período desde el tercer hasta el cuarto mes de edad, se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,430$).

Ganancia de Peso gr /dia Período 5 a 6

Se calculó la ganancia de peso promedio desde el cuarto mes hasta el quinto mes de edad de todos los tratamientos, para luego proceder a realizar el análisis de varianza.

Cuadro 40.

Cuadro 40. Análisis de varianza de la ganancia de peso promedio en el período 5 a 6

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	509722,22	3	169907,407	2,291	0,130	3,490
Dentro de los grupos	890000	12	74166,667			
Total	1399722,2	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos en el período desde el cuarto hasta el quinto mes de edad, se tiene que todos estos valores no son iguales, es decir muestran diferencias levemente significativas entre las unidades experimentales ($p=0,130$).

Cuadro 41. Prueba de Duncan al 5 % para el período 5 a 6

Tratamientos	Medias	n		
T3	1641,67	4	A	
Testigo	1341,67	4	A	B
T2	1275,00	4	A	B
T1	1158,33	4		B

Esta prueba nos indica que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento 3 con 1641,67 gr/día, seguido por el testigo y el tratamiento 2 con 1341,67 gr/día y 1275 gr/día respectivamente no existen diferencias significativas entre estos tratamientos, el menor valor lo obtuvo el tratamiento 1 con 1158,33 gr/día siendo significativo con respecto al tratamiento 3, esta diferencia pudo ser causada por mantenerles en corrales individuales hasta los cuatro meses de edad minimizando el consumo de energía por parte del animal para su supervivencia., pero esto puede repercutir con efectos negativos en el potencial de producción de leche, reducción en la tasa de compensación y sobrecondición y dificultad al parto especialmente(Wattiaux, 1999).

Ganancia de Peso gr /día Período 6 a 7

Se calculó la ganancia de peso promedio desde el quinto mes hasta el sexto mes de edad de todos los tratamientos, estas se indican en el cuadro 42.

Cuadro 42. Análisis de varianza de la ganancia de peso promedio en el período 6 a 7

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	85555,556	3	28518,519	0,629	0,610	3,490
Dentro de los grupos	544444,44	12	45370,370			
Total	630000	15				

Realizado el análisis de varianza de los datos en el período desde el quinto hasta el sexto mes de edad, se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos (p=0,630).

En el gráfico 4 se presenta la tendencia de las ganancias de peso promedio de cada tratamiento en función del tiempo (meses).

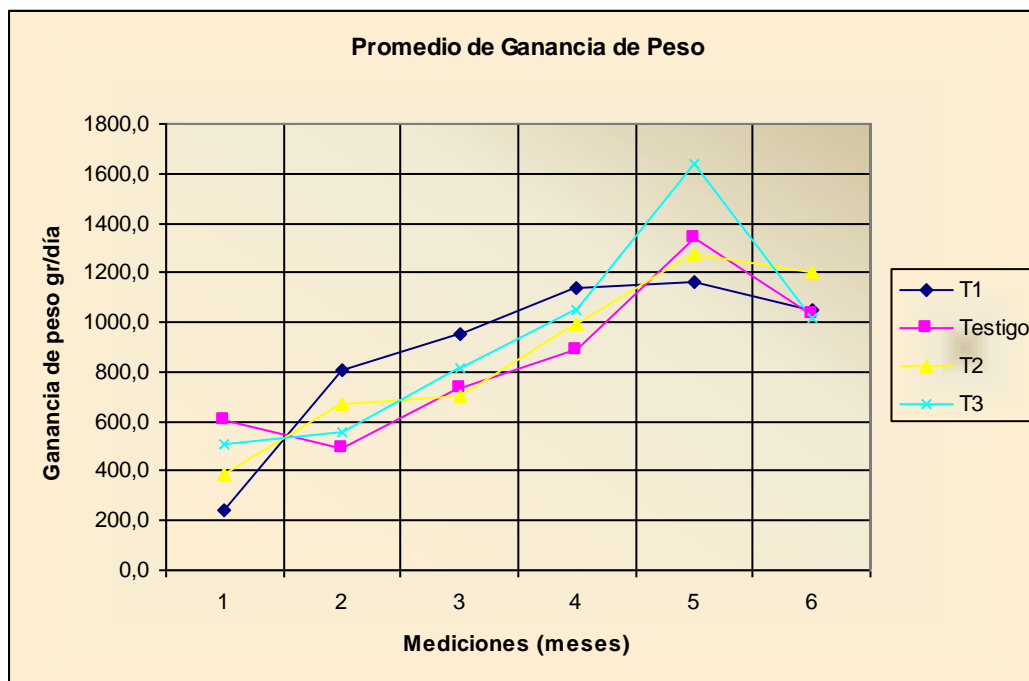


Gráfico 4. Promedio de la ganancia de peso en gr. / día de los tratamientos

Se puede observar que el tratamiento 1, tratamiento 2, el tratamiento 3 y el testigo no muestran diferencias significativas al finalizar el período de evaluación ($p=0,630$).

Al respecto Wattiaux (1999) indica que para razas lecheras grandes, una tasa de crecimiento deseada es de 0,75 a 0,900 kg/día y que una ganancia excesiva conlleva a problemas como reducción en la tasa de concepción, sobrecondición y dificultad al parto y reducción del potencial para producción de leche. Respecto a la compensación en ganancia de peso Wattiaux (1999) señala, que se debería controlar el consumo de alimento y también el tiempo que se tiene a las terneras en corrales individuales por que al ser el gasto de energía existe mínima la ganancia de peso es mayor también.

4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Se calculó la conversión alimenticia para los tratamientos, tomando en consideración los datos mensuales de ganancia de peso y el total de materia seca consumido (Forraje y Balanceado) hasta los cuatro meses de edad, para luego proceder a realizar el análisis de varianza. Cuadro 43.

Cuadro 43. Análisis de varianza de la conversión alimenticia en los seis meses de estudio

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>S.C.</i>	<i>Gl.</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,2866625	3	0,096	0,052	0,984	3,098
Dentro de los grupos	36,825911	20	1,841			
Total	37,112573	23				

Realizado el análisis de varianza de los datos desde el primero hasta el sexto mes de edad, se tiene que todos estos valores no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,984$).

En el gráfico 5 se presenta la tendencia de conversiones alimenticias promedio de cada tratamiento en función del tiempo (meses).

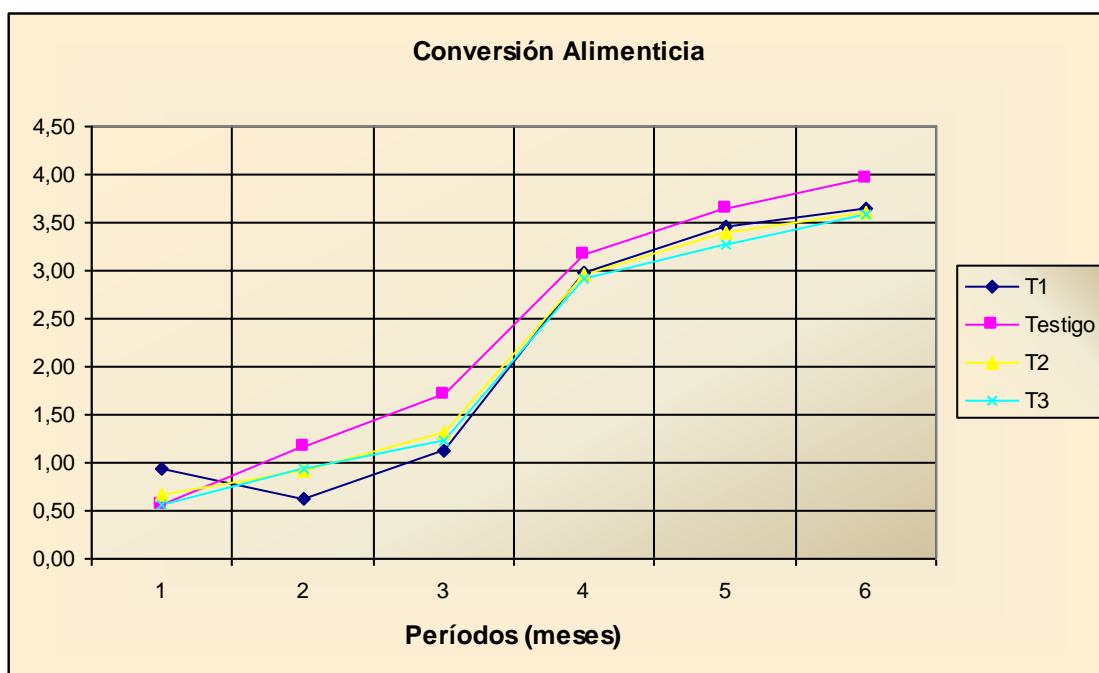


Gráfico 5. Conversión alimenticia de los tratamientos

Se puede observar que el tratamiento 1, tratamiento 2, el tratamiento 3 y el testigo no muestran diferencias significativas al finalizar el período de evaluación ($p=0,984$). Al respecto Wattiaux (1999) señala que la conversión alimenticia no debe sobrepasar de 4,30 para una ternera de seis meses de edad.

6. CONSUMO DE BALANCEADO Y FORRAJE

Se tomaron los datos de consumo de balanceado y forraje de los distintos tratamiento en gramos, y se procedió al cálculo en materia seca total consumida semanalmente, para posteriormente realizar el cálculo mensual.

En el grafico 6 se observa en porcentaje el consumo de balanceado, de cada tratamiento en función del tiempo en semanas:

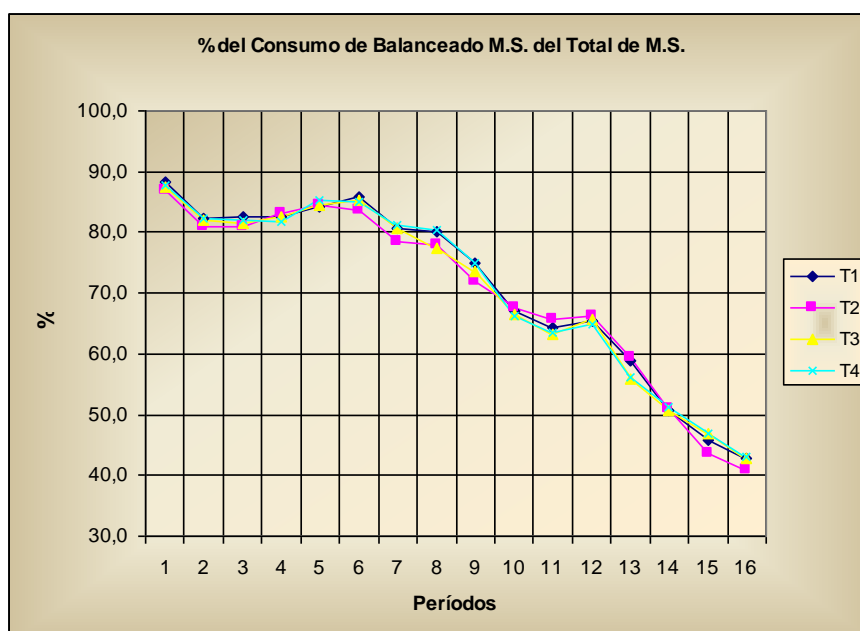


Gráfico 6. Porcentaje del consumo de balanceado m.s. del total de m.s.

Se puede observar que el consumo de balanceado al inicio llegaba a cubrir casi el 90 % de la dieta en todos los tratamientos, al respecto Wattiaux (1999) señala que el consumo de alimento seco es mayoritario debido a que este ayuda al desarrollo de los estómagos del animal, haciendo que sus funciones gastrointestinales evolucionen de mejor manera.

En el grafico 7 se observa en porcentaje el consumo de forraje, de cada tratamiento en función del tiempo en semanas:

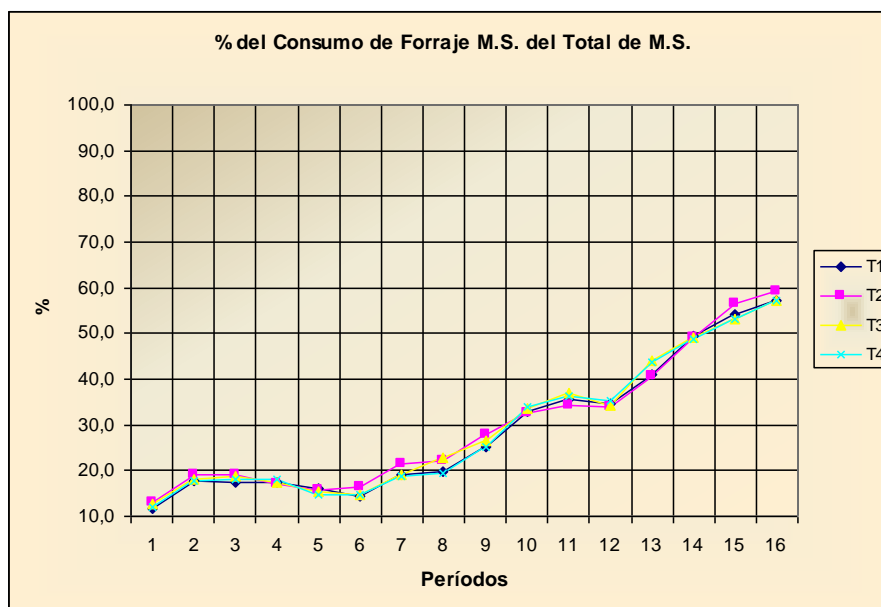


Gráfico 7. Porcentaje del consumo de forraje m.s. del total de m.s.

Se observa que paulatinamente el consumo de forraje se va elevando en todos los tratamientos esto se debe según señala Wattiaux (1999) al desarrollo que los estómagos han tenido en semanas anteriores, volviéndose ya el animal un rumiante y pueda procesar de mejor manera la fibra consumida.

En el grafico 8 se observa el total de consumo en materia seca de cada tratamiento en función del tiempo en semanas:

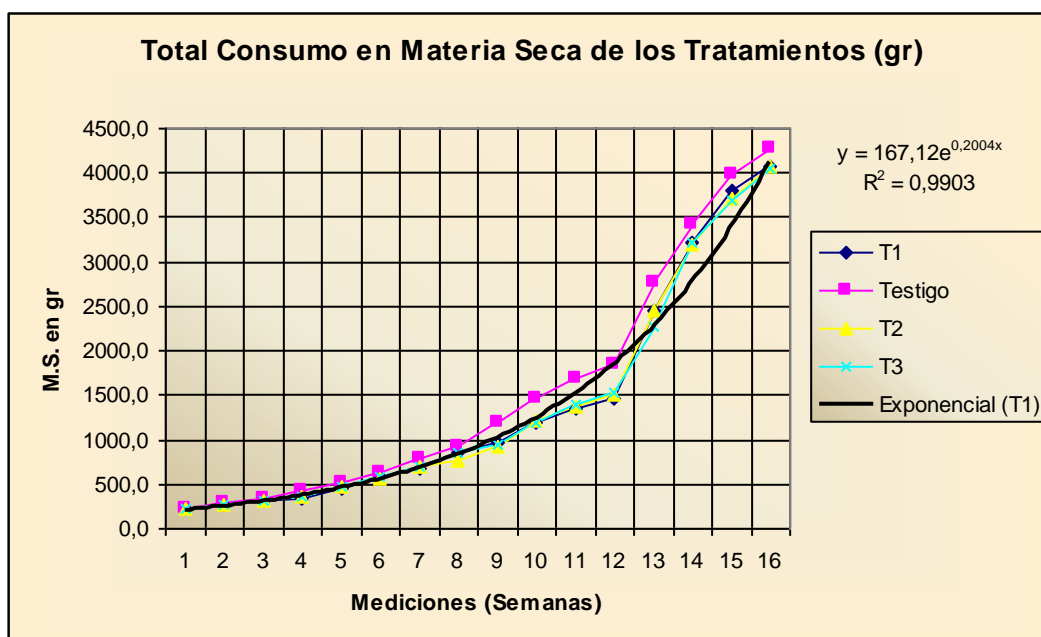


Gráfico 8. Total consumo de materia seca en gr. de los tratamientos

En el gráfico 6 se puede observar que el tratamiento 1, tratamiento 2, el tratamiento 3 y el testigo no muestran diferencias significativas al finalizar el período de evaluación ($p=0,931$); también se presenta la línea de tendencia en este caso “Exponencial” para el tratamiento 1 con su respectiva ecuación y el valor de R^2 . Respecto al consumo de alimento Barrera, León (1991) y Oleas (1999) señalan que cuando la ternera tiene una o dos semanas de edad, se debe iniciar la adaptación al consumo de alimentos concentrados, a fin de complementar el aporte nutritivo de la leche y heno o hierba fresca para lograr buenos incrementos de peso, superiores 500 g/día y el consumo de balanceado debe llegar máximo a 2 kg / día hasta el destete. Respecto al consumo de balanceado Sutton *et al*, (1963), Warner, Flatt (1965) y Huber (1969) señalan cuando el animal comienza a ingerir alimento seco, los preestómagos aumentan rápidamente de volumen, peso tisular, musculatura y capacidad de absorción.

7. MORTALIDAD

Durante todo el experimento no hubo ninguna unidad experimental muerta. Cuadro 48

Cuadro 44. Mortalidad de los tratamientos durante el experimento

Parámetro	Tratamiento			
	1	Testigo	2	3
# de Animales Inicio	4	4	4	4
# de Animales Final	4	4	4	4
Muertos	0	0	0	0
Mortalidad (%)	0	0	0	0

8. ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 45. Análisis de costos fijos y variables

Análisis de Costos Fijos y Variables		
Costos Fijos	Costo (dólares)	Costo unitario
Terneras	1360	85
Leche	1881,60	117,60
Agua	75,00	4,69
Luz	75,00	4,69
Colocho	120,00	7,50
Pacas Tamo	360,00	22,50
Mano de obra	768,00	48,00
Medicinas	25,00	1,56
Sub Total		291,54
Costos Variables		
Balanceado		
Testigo	355,13	88,78
Tratamiento 1	335,66	83,91
Tratamiento 2	336,19	84,05
Tratamiento 3	337,11	84,28
Forraje		
Testigo	312,31	78,08
Tratamiento 1	282,11	70,53
Tratamiento 2	284,31	71,08
Tratamiento 3	283,93	70,98
Colina		
Testigo		
Tratamiento 1	0,921	0,23025
Tratamiento 2	1,732	0,433
Tratamiento 3	1,472	0,368

Cuadro 46. Costos por Tratamientos

Costos por Tratamientos				
Tratamientos	Costo/Terнера/Colina	Costo Fijo	Costo/Balanceado + Forraje/Terнера	Total Costo / Terнера
Testigo		291,54	166,86	458,40
Tratamiento 1	0,23025	291,54	154,44	446,21
Tratamiento 2	0,433	291,54	155,13	447,10
Tratamiento 3	0,368	291,54	155,26	447,16

VII. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados el efecto de la colina en cuanto al peso, altura y diámetro del barril a los seis meses de edad, mostraron diferencias significativas por lo que el beneficio en su suplementación es importante.
- En cuanto al peso final el mejor resultado fue de 194,5 kg con el tratamiento 1 que corresponde a 16 mg de colina / kg de peso.
- En cuanto a la altura final el mejor resultado fue de 104,5 cm con el tratamiento 1 que corresponde a 16 mg de colina / kg de peso.
- En cuanto al diámetro del barril el mejor resultado fue 118,75 cm con el tratamiento 1 que corresponde a 16 mg de colina / kg de peso.
- En el período del cuarto al sexto mes, se empezó a ver el efecto de la suplementación de colina de los parámetros anteriores.
- Durante los seis meses del ensayo la afección de neumonías en los primeros meses de edad, impidió el normal desarrollo de los tratamientos en cuanto a consumo de alimento, crecimiento y ganancia de peso.
- El tratamiento más económico fue el tratamiento 1 con la suplementación de 16 mg de colina / kg de peso, con un costo de \$ 446,21 por ternera.

- Los tratamientos 2 y 3 con 26mg y 36mg de colina / kg de peso respectivamente, tuvieron un costo mayor con respecto al tratamiento 1 con 16 mg de colina debido al incremento en el consumo de balanceado y forraje. Sin embargo los costos de estos tratamientos no superaron al testigo

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la suplementación de colina de 16mg / kg de peso durante los tres primeros meses de edad, ya que evita el retraso del crecimiento, y se puede llegar al peso al destete en menor tiempo.
- Se recomienda que el crecimiento de las terneras deba medirse ya que este refleja que tan adecuada ha sido la alimentación, instalaciones y el cuidado de la salud, como también influencia la madurez sexual, afectar a la futura producción y utilizarse como un indicador de rendimiento económico.
- Realizar otro estudio con suplementaciones de colina entre 12 y 18 mg / kg de peso para determinar mejor la dosis a utilizarse en terneras y compararla con la presente investigación.
- Se debería buscar otra alternativa a la utilización de colombo como tamo o aserrín, ya que el exceso de humedad que este tiene provoca que en las terneras la presencia de neumonías a temprana edad sea una dificultad permanente.
- Restringir el balanceado o modificar el plano nutricional para no exceder de 900 g/día en la tasa de crecimiento así como también mantener por menos tiempo en corrales individuales a las terneras y utilizar los corrales colectivos para su ubicación y esto a su vez reflejará menores costos de producción de las terneras. Ya que la ganancia de peso excesiva conduce a problemas muy serios especialmente en el período antes de la pubertad, ocasionando que los animales tengan una reducción en

la tasa de concepción, una sobrecondición, dificultad al parto y reducción del potencial para producción de leche.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Datos tabulados de pesos.

Pesos Tratamiento 1

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Pesos (Kg.)						
			1	2	3	4	5	6	7
T1R1	454	13-oct-06	39	47	67	94,5	134	167	196
T1R2	455	22-oct-06	34	39	60	91	121	163	194
T1R3	246	14-oct-06	40	45	64	91	126	156	196
T1R4	250	11-nov-06	35	40	71,5	100	132	166	192

Pesos Tratamiento 2

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Pesos (Kg.)						
			1	2	3	4	5	6	7
Testigo	245	18-oct-06	30	39	51	86,5	120	145	179
Testigo	251	23-nov-06	36	42	51	79	103	152	181
Testigo	249	29-oct-06	38	45	64	78	107	154	183
Testigo	460	18-nov-06	39	60	79,5	90	110	150	182

Pesos Tratamiento 3

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Pesos (Kg.)						
			1	2	3	4	5	6	7
T2R1	244	13-oct-06	32	39	77	90	124	160	187
T2R2	456	27-oct-06	39	43	62	86,5	126	156	192
T2R3	459	06-nov-06	39	40	49	69	90	135	185
T2R4	242	23-sep-06	36	51	65	92	117	159	190

Pesos Tratamiento 4

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Pesos (Kg.)						
			1	2	3	4	5	6	7
T3R1	247	07-nov-06	31	32	56	70,5	102	156	186
T3R2	457	27-oct-06	28	39	55	74,5	111	164	189
T3R3	458	05-nov-06	38	40	54	86	121	157	188
T3R4	462	30-nov-06	30	35	48	80	103	157	193

Anexo 2. Datos tabulados de alturas.

Alturas Tratamiento 1

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Altura (cm.)						
			1	2	3	4	5	6	7
T1R1	454	13-oct-06	81	85	88	94	101	103	105
T1R2	455	22-oct-06	80	83	86	90	97	99	103
T1R3	246	14-oct-06	80	84	87	93	101	102	105
T1R4	250	11-nov-06	81	82	85	92	99	103	105

Alturas Tratamiento 2

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Altura (cm.)						
			1	2	3	4	5	6	7
Testigo	245	18-oct-06	79	82	85	91	94	96	98
Testigo	251	23-nov-06	78	83	86	89	93	95	97
Testigo	249	29-oct-06	79	83	85	90	96	97	99
Testigo	460	18-nov-06	79	83	87	92	95	99	100

Alturas Tratamiento 3

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Altura (cm.)						
			1	2	3	4	5	6	7
T2R1	244	13-oct-06	81	83	87	92	97	100	100
T2R2	456	27-oct-06	80	85	88	93	98	99	103
T2R3	459	06-nov-06	80	84	87	91	99	102	103
T2R4	242	23-sep-06	79	83	88	94	102	103	104

Alturas Tratamiento 4

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Altura (cm.)						
			1	2	3	4	5	6	7
T3R1	247	07-nov-06	78	84	89	93	99	101	102
T3R2	457	27-oct-06	79	83	86	90	97	99	100
T3R3	458	05-nov-06	80	83	86	91	101	102	103
T3R4	462	30-nov-06	80	86	90	93	102	103	104

Anexo 3. Datos tabulados de diámetros de barril

Diámetros del Barril Tratamiento 1

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Diámetro (cm.)						
			1	2	3	4	5	6	7
T1R1	454	13-oct-06	82	86	91	108	115	118	122
T1R2	455	22-oct-06	81	87	90	96	104	113	117
T1R3	246	14-oct-06	80	86	92	98	106	114	119
T1R4	250	11-nov-06	79	85	90	97	104	112	117

Diámetros del Barril Tratamiento 2

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Diámetro (cm.)						
			1	2	3	4	5	6	7
Testigo	245	18-oct-06	79	83	88	93	97	104	111
Testigo	251	23-nov-06	78	84	89	94	98	103	109
Testigo	249	29-oct-06	80	84	88	92	96	100	108
Testigo	460	18-nov-06	81	85	89	93	97	104	113

Diámetros del Barril Tratamiento 3

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Diámetro (cm.)						
			1	2	3	4	5	6	7
T2R1	244	13-oct-06	81	85	89	94	100	108	115
T2R2	456	27-oct-06	79	84	90	103	108	115	119
T2R3	459	06-nov-06	78	83	88	96	103	111	117
T2R4	242	23-sep-06	80	86	91	97	105	112	118

Diámetros del Barril Tratamiento 4

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Diámetro (cm.)						
			1	2	3	4	5	6	7
T3R1	247	07-nov-06	80	85	88	93	104	109	113
T3R2	457	27-oct-06	78	84	89	96	102	108	115
T3R3	458	05-nov-06	79	85	90	94	106	113	118
T3R4	462	30-nov-06	82	85	88	96	103	109	116

Anexo 4. Datos tabulados de ganancias de peso

Ganancia de Peso Tratamiento 1

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Ganancia de Peso (gr/día)					
			1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7
T1R1	454	13-oct-06	307,7	666,7	916,7	1316,7	1100,0	966,7
T1R2	455	22-oct-06	263,2	700,0	1033,3	1000,0	1400,0	1033,3
T1R3	246	14-oct-06	208,3	633,3	900,0	1166,7	1000,0	1333,3
T1R4	250	11-nov-06	178,6	1216,7	950,0	1066,7	1133,3	866,7

Ganancia de Peso Tratamiento 2

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Ganancia de Peso (gr/día)					
			1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7
Testigo	245	18-oct-06	428,6	400,0	1183,3	1116,7	833,3	1133,3
Testigo	251	23-nov-06	352,9	300,0	933,3	800,0	1633,3	966,7
Testigo	249	29-oct-06	636,4	633,3	466,7	966,7	1566,7	966,7
Testigo	460	18-nov-06	1000,0	650,0	350,0	666,7	1333,3	1066,7

Ganancia de Peso Tratamiento 3

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Ganancia de Peso (gr/día)					
			1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7
T2R1	244	13-oct-06	269,2	1266,7	433,3	1133,3	1200,0	900,0
T2R2	456	27-oct-06	285,7	633,3	816,7	1316,7	1000,0	1200,0
T2R3	459	06-nov-06	333,3	300,0	666,7	700,0	1500,0	1666,7
T2R4	242	23-sep-06	652,2	466,7	900,0	833,3	1400,0	1033,3

Ganancia de Peso Tratamiento 4

Tratamiento	Arete	Fecha de Nacimiento	Ganancia de Peso (gr/día)					
			1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7
T3R1	247	07-nov-06	333,3	800,0	483,3	1050,0	1800,0	1000,0
T3R2	457	27-oct-06	785,7	533,3	650,0	1216,7	1766,7	833,3
T3R3	458	05-nov-06	400,0	466,7	1066,7	1166,7	1200,0	1033,3
T3R4	462	30-nov-06	500,0	433,3	1066,7	766,7	1800,0	1200,0

Anexo 5. Datos tabulados de promedios del consumo de balanceado y forraje

Promedios del Consumo de Balanceado (gr.)

Promedios de Mediciones del Consumo de Balanceado (gr.)																
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T1	220	250	295	327	433	568	632	785	834	915	1002	1095	1658	1878	2000	2000
Testigo	225	265	310	405	495	612	705	832	989	1135	1278	1402	1890	2000	2000	2000
T2	221	256	295	350	456	547	650	689	786	935	989	1134	1579	1872	2000	2000
T3	223	254	300	340	465	570	645	790	805	904	1015	1145	1467	1890	1995	2000

Promedios del Consumo de Balanceado (gr.) de M.S.

Promedios de Mediciones del Consumo de Balanceado (gr.) en M.S.																
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T1	191	217,5	256,7	284,49	376,7	494	549,8	683	725,6	796,05	871,74	952,65	1442,46	1633,9	1740	1740
Testigo	196	230,6	269,7	352,35	430,7	532	613,4	723,8	860,4	987,45	1111,9	1219,7	1644,3	1740	1740	1740
T2	192	222,7	256,7	304,5	396,7	476	565,5	599,4	683,8	813,45	860,43	986,58	1373,73	1628,6	1740	1740
T3	194	221	261	295,8	404,6	496	561,2	687,3	700,4	786,48	883,05	996,15	1276,29	1644,3	1735,7	1740

Promedios del Consumo de Forraje (gr.)

Promedios de Mediciones del Consumo de Forraje (gr.)																
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T1	30	56	65	72	85	98	156	202	289	465	578	598	1200	1890	2456	2765
Testigo	35	65	75	86	95	124	199	245	398	567	689	745	1344	2001	2678	3010
T2	33	58	70	76	87	97	160	210	292	489	598	612	1289	1878	2345	2764
T3	32	57	68	78	83	103	155	199	280	478	603	645	1185	1865	2332	2750

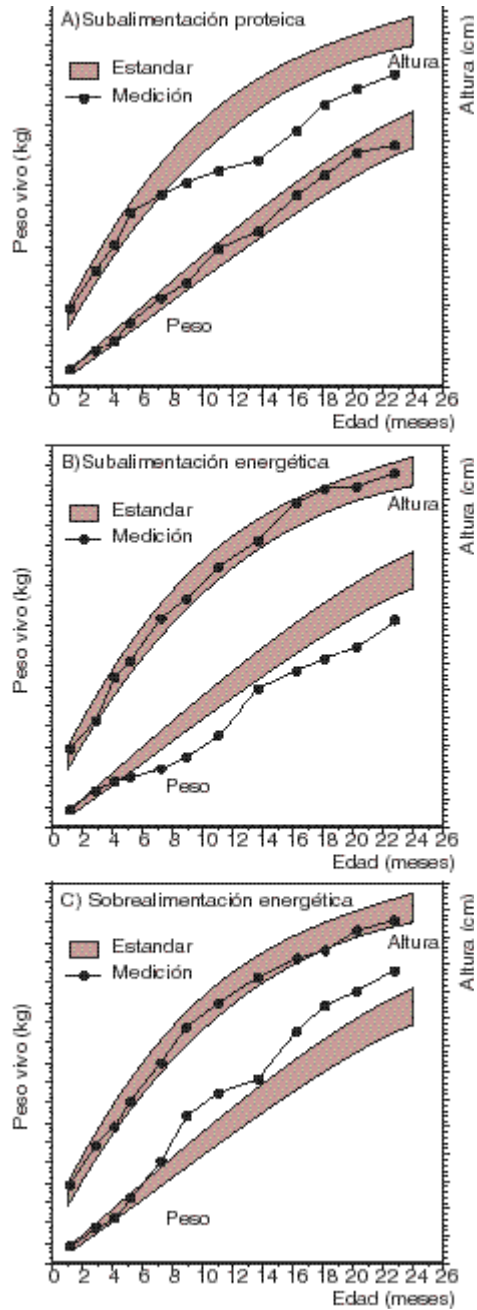
Promedios del Consumo de Forraje (gr.) de M.S.

Promedios de Mediciones del Consumo de Forraje (gr.) en M.S.																
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T1	25,2	47,0	54,6	60,5	71,4	82,3	131,0	169,7	242,8	390,6	485,5	502,3	1008,0	1587,6	2063,0	2322,6
Testigo	29,4	54,6	63,0	72,2	79,8	104,2	167,2	205,8	334,3	476,3	578,8	625,8	1129,0	1680,8	2249,5	2528,4
T2	27,7	48,7	58,8	63,8	73,1	81,5	134,4	176,4	245,3	410,8	502,3	514,1	1082,8	1577,5	1969,8	2321,8
T3	26,9	47,9	57,1	65,5	69,7	86,5	130,2	167,2	235,2	401,5	506,5	541,8	995,4	1566,6	1958,9	2310,0

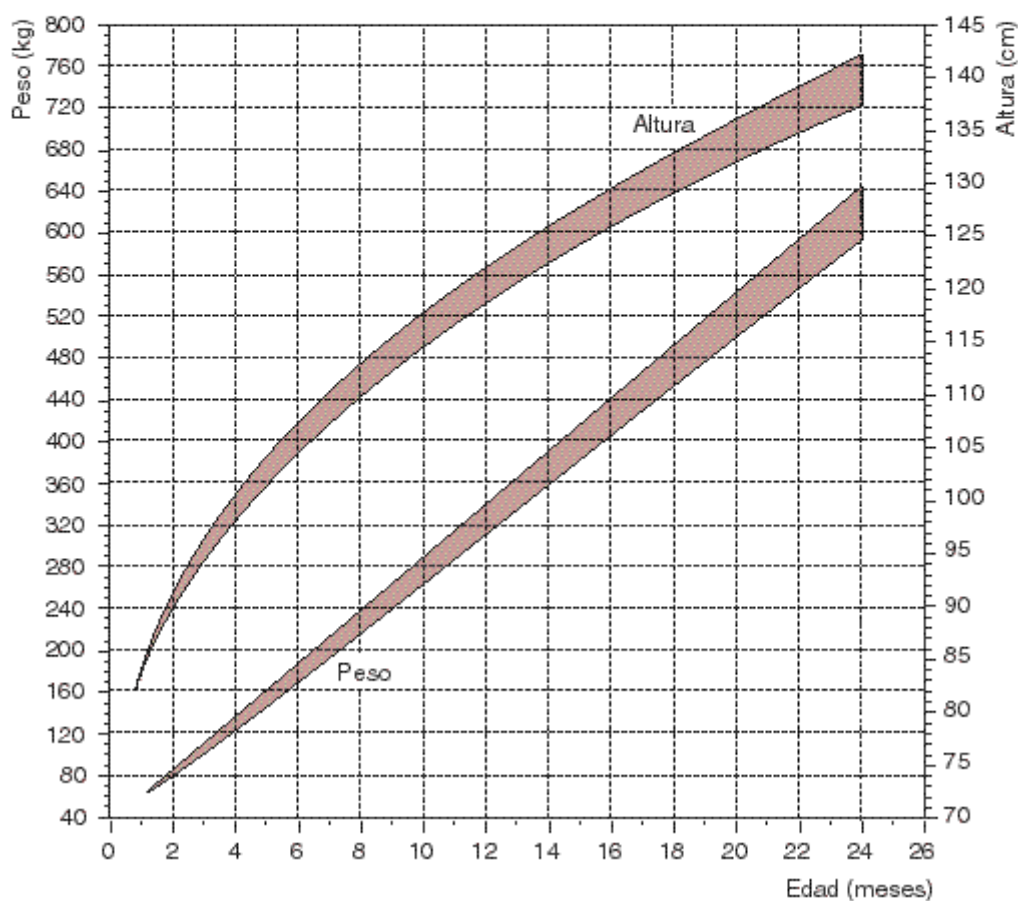
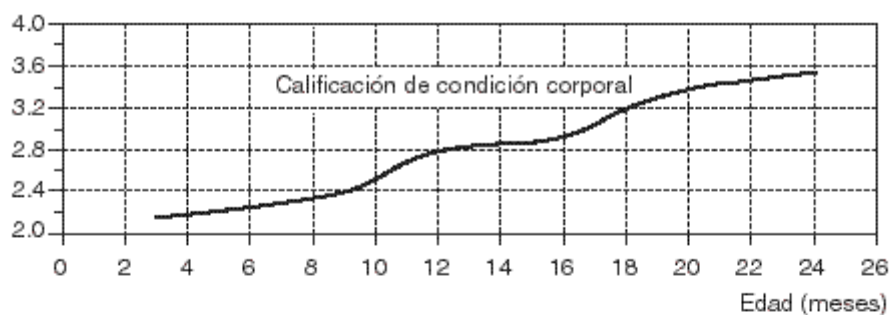
Total Consumo de M.S. de los Tratamientos

Total de Consumo en Materia Seca de los Tratamientos (gr.)																
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T1	216,6	264,5	311,3	345,0	448,1	576,5	680,9	852,6	968,3	1186,7	1357,3	1455,0	2450,5	3221,5	3803,0	4062,6
Testigo	225,2	285,2	332,7	424,6	510,5	636,6	780,5	929,6	1194,8	1463,7	1690,6	1845,5	2773,3	3420,8	3989,5	4268,4
T2	220,0	271,4	315,5	368,3	469,8	557,4	699,9	775,8	929,1	1224,2	1362,8	1500,7	2456,5	3206,2	3709,8	4061,8
T3	220,9	268,9	318,1	361,3	474,3	582,4	691,4	854,5	935,6	1188,0	1389,6	1538,0	2271,7	3210,9	3694,5	4050,0

Anexo 6. Evaluando la nutrición de las terneras con gráficas de crecimiento. (Hazard T, 1999)



Anexo 7. Calificación de condición corporal y tabla de crecimiento para razas lecheras grandes (Holstein y Pardo Suizo). (Hazard T, 1999)



X. BIBLIOGRAFIA

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL; 1980. *The NuMent Requirements of Ruminant Livestock*. Famham Roya], Slough, England: Commonwealth Agricultural Bureaux.

ALMQUIST, H.J. 1978. Effect of nutrient deficiencies in animals: vitamin B. En: *Handbook Series in Nutrition and Foods, Section E: Nutrition disorders* vol. 2. Ed. M. Recicigl. pp: 195-236. CRC Press, Inc., West Palm Beach, Florida.

AMMERMAN, C.B., HENRY, P.R. y MILES, R.D. 1998. Supplemental organically bound mineral compounds in livestock nutrition. En: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Ed. Garnsworthy, P.C. y J. Wiseman. pp: 67-91. Nottingham University Press, Nottingham, Reino Unido.

BARRERA, V.; LEON V. 1991. Diagnóstico agrosocioeconómico de la actividad lechera en la zona de Cayambe. Ed. por Rivadeneira, J. Palomino, J. y Grijalva, J. *Boletín C.R.* No. 15. Quito, INIAP, Estación *Experimental*] "Santa Catalina". 26 p.

CARRILLO, J.; LEON, V. 1991. Diagnóstico Agrosocioeconómico de la actividad lechera en la Provincia del Carchi. Ed, por Rivadeneira, J. Palomino, J. y Grijalva, J. *Boletín C.R.* No. 14. Quito, INIAP, Estación Experimental "Santa Catalina". 20 p.

COMBS, G. E, JR. 1992. *The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health*. San

Diego, CA: Academic Press, Inc. '

DAWIS CARL T DRAKLEY JAMES. 2002. Desarrollo, Nutrición y Manejo del Ternero Joven. Editorial Intermédica. Buenos Aires – Argentina. pp: 13 – 42, 113 – 125.

FURIA PATRICIE Dr. 2000. Manual Merck de Veterinaria. Quinta Edición. Grupo Editorial Océano. Barcelona – España. pp:291, 1110, 1204.

HAZARD, S. 1999. Importancia de la nutrición y alimentación de los reemplazos de lechería. P 35-41. Serie Remehue N° 64.

HUBER, J.T. 1988. En: *The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition*. Ed. D.C. Church. A Reston book, Prentice Hall, New Jersey. pp: 313-325.

LASSITER, J. W., AND H. M. EDWARDS, JR. 1982. *Animal Nutrition*. Reston, VA: Reston Publishing Co., In

MATISON, G.W. 1986. *B-Vitamins, Choline, Inositol and Para-aminobenzoic acid for ruminants*. Official Proc. of the 21st Annual Pacific Northwest Animal Nutrition Conference. Westin Bayshore, Vancouver.

MILLER, W. J. 1981. Mineral and vitamin nutrition of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 64:1196-1206.

MCCOLLUM, M.Q., WEBB, K.E.Jr. (1997) *Absorption of (14C)-2-hydroxy-4-ethylthioutanoic acid by ovine omasal and ruminal epithelia*. FASEB J., 11: A414.

Mc DONALD. 1995. *Nutrición Animal*. Edit. Acribia S.A. 5ta Edición. Zaragoza – España. pp. 83 – 84.

MCDOWELL, L. R. 1992. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. San Diego, CA: Academic Press, Inc. bfiller

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 6a. ed., National Academy Press, Washington, D. C.

PERALVO, K.; LEON V. 1991. Diagnóstico Agrosocioeconómico de la Actividad lechera en la Provincia de Cotopaxi. Ed. por Rivadeneira, J. Palomino, J. x Grijalva, J. Boletín C.R. No. 13. Quito, *INIAP*, Estación Experimental "Santa Catalina". 22 p.

PÉREZ MARGARITA. 2004. *Manual de Crianza de Animales*. Editorial Lexus. pp:450 – 499, 508 – 533.

POOR, C. L., T. L. BIERER, N. R. MERCHEN, G. C. FAHEY, JR, M. R. MURPHY, AND J. W. ERDMAN, JR. 1992. Evaluation of the preruminant calf as a model for the study of human carotenoid metabolism. *J. Nutr.* 122:262-268.

RADOSTITS, O. M., AND J. M. BEIL 1970. Nutrition of the pre-ruminant dairy calf with special reference to the digestion and absorption of nutrients: A review. *Can. J. Anim. Sci.* 50:405-452.

ROY, J. H. B. 1980. *The calf*, 4th ed. Boston: Butterworths.

TOMKINS, T., AND E. H. JASTER. 1991. Preruminant calf nutrition. *Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Prac.* 7:557-576.

TOULLEC, R. 1989. Veal calves. In *Ruminant Nutrition-Recommended Allowances and Feed Tables*, edited by R. Janige. London: INRA, John Libby.

SHIWANA MIYASAKA ARMANDO. 2003. *Nutrición Animal*. Editorial Trillas. México – México. pp: 336 – 347.