

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**EVALUACIÓN DEL BAJA LECHE (*Euphorbia lancifolia*)
SOBRE LA PRODUCCION LACTEA DE CABRAS
ENCASTADAS SAANEN.**

POR:

**ENRIQUE EDUARDO CUELLAR RODRIGUEZ
ELMER EXAU MORAN RUIZ
GUILLERMO ANTONIO RIVERA ACOSTA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2011

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



EVALUACIÓN DEL BAJA LECHE (*Euphorbia lancifolia*)
SOBRE LA PRODUCCION LACTEA DE CABRAS
ENCASTADAS SAANEN.

POR:

ENRIQUE EDUARDO CUELLAR RODRIGUEZ
ELMER EXAU MORAN RUIZ
GUILLERMO ANTONIO RIVERA ACOSTA

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2011

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING. AGR. M.Sc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

SECRETARIO GENERAL:

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

DR. ING. AGR. REYNALDO ADALBERTO LÓPEZ LANDAVERDE.

SECRETARIO:

ING. M.Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA:

ING. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS

DOCENTES DIRECTORES:

ING. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO

M.V.Z. RAMON OVIEDO ZELAYA

COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACION:

ING. CARLOS ENRIQUE RUANO IRAHETA

RESUMEN.

El presente estudio fue realizado en el módulo caprino de la granja “La Cabaña del Rincón” ubicado en el municipio de Apaneca, departamento de Ahuachapán, durante los meses de febrero-marzo del 2011. Las muestras fueron de leche de cabra (*Capra hircus*) tomada en un rebaño de 12 cabras encaste Saanen de segundo parto. Se suplementó a la dieta con *Euphorbia lancifolia* en 3 niveles de 32, 48 y 64 gramos durante 3 periodos diferentes y un testigo como referencia. Los datos se evaluaron por medio de un diseño estadístico de cuadro latino modificado con una prueba de contrastes ortogonales, se contó con tres cuadros latinos simultáneos 4x4. Las variables evaluadas fueron: aumento en los volúmenes de producción (medido diariamente en gramos), acidez, pH, grasa y proteína (una muestra por periodo) y se realizó un estudio de beneficio económico. Para los 3 niveles de suplementación con *E. lancifolia* se obtuvo un aumento significativo ($P \geq 0.05$) del 92.33% en el volumen lácteo con 64 gramos de la hierba. Para las características físico-químicas grasa y pH no presentaron un aumento significativo, sin embargo, las variables acidez y proteína mostraron un aumento significativo ($P \geq 0.05$) en los 3 niveles de suplementación. Al desarrollar el análisis económico se demostró que al utilizar 48 g de *E. lancifolia* se obtiene una rentabilidad del 85.45%. Por lo tanto se demuestra que el uso de 48 g. *E. lancifolia* suplementado en la alimentación diaria de cabras lecheras provoca un aumento en la producción láctea y además genera una mayor ganancia económica al productor.

Palabras claves: Cabra, *Euphorbia lancifolia*, lxbut, Leche, Volumen.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, gracias por habernos permitido alcanzar esta etapa tan importante, brindarnos la vida, paciencia y fortaleza que necesitamos para llevar a buen término nuestra investigación.

A nuestras familias por brindarnos su apoyo incondicional en todos los momentos buenos y malos durante el desarrollo de nuestra carrera y del trabajo de graduación.

Amigos y compañeros, gracias por brindarnos su amistad y ayuda, por darnos aliento para seguir adelante y así poder culminar esta etapa tan importante en nuestras vidas.

Un especial agradecimiento a nuestros asesores Ing. Luis Homero López y M.V.Z Ramón Oviedo Zelaya, por brindarnos su completo apoyo, consejos y guía para poder realizar de la mejor manera nuestro trabajo. A su vez agradecemos al Departamento de Zootecnia por permitir el desarrollo de nuestra investigación bajo su supervisión y consejo.

Al propietario de la granja “La Cabaña del Rincón”, El señor Medardo Francia y a toda su familia por abrirnos las puertas de su granja, apoyarnos de manera desinteresada y darnos su completa confianza para poder realizar nuestra tesis con sus cabras, mostrándonos su gran interés para que la investigación culminara de la mejor manera

Le agradecemos a los laboratorios de Análisis LECC y CENSALUD por brindarnos su apoyo en el desarrollo de los análisis físico-químicos a las muestras de leche.

A las instituciones FUNDESYRAM por mostrarnos su interés en el tema, vincularnos a los productores y brindarnos herramientas que facilitaron el desarrollar de nuestro trabajo de campo, a su vez un agradecimiento especial al ingeniero Jesús Córdova por mostrar gran interés en el desarrollo del trabajo e involucrarse de gran manera en la investigación. A CALMA nuestro agradecimiento por apoyarnos en la búsqueda de información acerca de la planta, investigaciones y antecedentes, y al mismo tiempo su obtención a nivel de campo, ya que dicha ayuda nos garantizó la autenticidad del material vegetativo y su correcto uso.

Finalmente un agradecimiento a todas aquellas personas que de forma directa e indirecta, contribuyeron a nuestra formación académica y profesional; y también a los que se involucraron en el desarrollo del presente trabajo, muchas gracias.

Gracias Totales.

INDICE

INDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| RESUMEN..... | iv |
| AGRADECIMIENTOS..... | v |
| INDICE DE CUADROS..... | x |
| INDICE DE FIGURAS..... | xiii |
| INDICE DE ANEXOS..... | xiv |
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 2. REVISION DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1 GALACTAGOGO..... | 3 |
| 2.1.1 Galactagogos artificiales..... | 3 |
| 2.1.2 Galactagogos naturales..... | 3 |
| 2.2 HIERBA BAJA LECHE (<i>Euphorbia lancifolia</i>)..... | 3 |
| 2.2.1 Sinonimia..... | 3 |
| 2.2.2 Clasificación taxonómica..... | 3 |
| 2.2.3 Descripción Botánica..... | 4 |
| 2.2.4 Origen y Distribución..... | 4 |
| 2.2.5 Aspecto del cultivo..... | 5 |
| 2.2.6 Usos medicinales..... | 6 |
| 2.2.7 Toxicología..... | 6 |
| 2.2.8 Composición química..... | 6 |
| 2.2.9 Estudios realizados previamente sobre <i>Euphorbia lancifolia</i> | 7 |
| 2.3 LA CABRA..... | 9 |
| 2.3.1 Raza Saanen..... | 10 |
| 2.4 INSTALACIONES..... | 10 |
| 2.4.1 Corrales..... | 10 |
| 2.4.2 Espacios recomendados..... | 11 |
| 2.4.3 Corral de encierro..... | 11 |
| 2.4.4 Comederos..... | 12 |
| 2.4.5 Bebederos..... | 12 |
| 2.4.6 Cercos..... | 12 |
| 2.4.7 Instalaciones para ordeño..... | 13 |
| 2.5 ALIMENTACIÓN..... | 14 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.5.1 | Requerimientos Nutricionales..... | 15 |
| 2.5.2 | Necesidades de proteínas..... | 16 |
| 2.5.3 | Requerimientos alimenticios diarios..... | 16 |
| 2.5.4 | Consumo..... | 17 |
| 2.5.5 | Pastoreo..... | 17 |
| 2.6 | MANEJO..... | 18 |
| 2.6.1 | Manejo de Hembras..... | 18 |
| 2.6.2 | Ordeño..... | 19 |
| 2.7 | FISIOLOGÍA Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE..... | 20 |
| 2.7.1 | Fisiología de la glándula mamaria y secreción láctea..... | 21 |
| 2.7.2 | Control hormonal de la lactación..... | 22 |
| 2.7.3 | Eyección de leche..... | 23 |
| 2.7.4 | Secreción de leche..... | 23 |
| 2.8 | ASPECTOS GENERALES DE LA LECHE DE CABRA..... | 23 |
| 2.8.1 | Calidad físico-química de la leche..... | 24 |
| 2.8.2 | Características organolépticas de la leche de cabra..... | 24 |
| 2.8.3 | Composición de la leche de cabra..... | 25 |
| 2.8.4 | Proteína de la leche de cabra..... | 26 |
| 2.8.5 | Carbohidratos de la leche de cabra..... | 27 |
| 2.8.6 | La grasa de la leche de cabra..... | 28 |
| 2.8.7 | pH de la leche de cabra..... | 28 |
| 2.8.8 | Acidez en la leche de cabra..... | 29 |
| 2.8.9 | Minerales y vitaminas en la leche de cabra..... | 29 |
| 2.8.10 | Alergias e intolerancia a la leche..... | 31 |
| 3 | MATERIALES Y METODOS..... | 32 |
| 3.1 | Ubicación del estudio..... | 32 |
| 3.2 | Descripción del estudio..... | 32 |
| 3.3 | Metodología de campo..... | 33 |
| 3.3.1 | Toma de datos..... | 33 |
| 3.3.2 | Tratamientos..... | 34 |
| 3.3.3 | Muestreo..... | 34 |
| 3.4 | Metodología de Laboratorio..... | 34 |
| 3.4.1 | Variable Acidez..... | 34 |
| 3.4.2 | Determinación de Proteína..... | 35 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.4.3 | Determinación de Grasa..... | 35 |
| 3.4.4 | Determinación pH..... | 35 |
| 3.5 | Metodología Estadística..... | 35 |
| 3.6 | Metodología económica..... | 36 |
| 4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 37 |
| 4.1 | Volumen lácteo..... | 37 |
| 4.2 | Acidez titulable..... | 39 |
| 4.3 | pH..... | 41 |
| 4.4 | Proteína..... | 43 |
| 4.5 | Grasa..... | 45 |
| 4.6 | Análisis Económico (Costo Beneficio)..... | 47 |
| 4.6.1 | Datos generales para los Costos de Producción..... | 47 |
| 4.6.2 | Beneficio..... | 47 |
| 4.6.3 | Relación Costo-Beneficio..... | 47 |
| 5 | CONCLUSIONES..... | 49 |
| 6 | RECOMENDACIONES..... | 50 |
| 7 | BIBLIOGRAFÍA..... | 51 |
| 8 | ANEXOS..... | 56 |

INDICE DE CUADROS

| | | |
|-----|--|-----|
| 1 | Análisis proximal de 100 g de hojas secas de Ixbut (<i>E. lancifolia</i>)..... | 7 |
| 2 | Necesidades individuales de espacio y otras características de construcciones..... | 11 |
| 3 | Requerimientos nutricionales básicos para cabras en lactación..... | 16 |
| 4 | Requerimientos Alimenticios Diarios..... | 17 |
| 5 | Composición promedia de la leche..... | 21 |
| 6 | Composición de la leche de cabra (%)...... | 25 |
| 7 | Composición aminoacídica de la leche de cabra..... | 26 |
| 8 | Contenido relativo de las proteínas lácteas sobre el total de las mismas..... | 27 |
| 9 | Composición mineral de la leche de cabra..... | 30 |
| 10 | Composición vitamínica de la leche de cabra..... | 31 |
| 16 | Cuadro comparativo sobre el beneficio del uso de <i>E. lancifolia</i> | 47 |
| A1 | Tamizaje fitoquímico preliminar del extracto acuoso de las hojas de <i>E. lancifolia</i> | 58 |
| A2 | Tamizaje fitoquímico preliminar del extracto etanólico de las hojas de <i>E. lancifolia</i> | 59 |
| A3 | Tamizaje fitoquímico preliminar del extracto acuoso de los tallos de <i>E. lancifolia</i> | 60 |
| A4 | Tamizaje fitoquímico preliminar del extracto etanólico de los tallos de <i>E. lancifolia</i> | 61 |
| A5 | Valores hematológicos normales de referencia para cabras..... | 73 |
| A6 | Pasos a seguir para realizar la prueba de California Mastitis Test (CMT)..... | 98 |
| A7 | Tabla de interpretación de la prueba de California Mastitis Test..... | 101 |
| A8 | Cuadro de datos totales de producción láctea..... | 104 |
| A9 | Cuadro de doble entrada para la interacción entre cuadros latinos y tratamientos..... | 105 |
| A10 | Análisis de Varianza para la variable Volumen lácteo..... | 106 |
| A11 | Cuadro de Coeficientes de la prueba de contrastes ortogonales para la variable de volumen lácteo..... | 107 |
| A12 | Análisis de varianza para la prueba de contrastes ortogonales..... | 107 |
| A13 | Cuadro de datos en porcentajes para la variable proteína láctea..... | 108 |

| | | |
|-----|---|-----|
| A14 | Cuadro de doble entrada para la interacción entre cuadros latinos y tratamientos..... | 109 |
| A15 | Análisis de Varianza para la variable proteína..... | 110 |
| A16 | Cuadro de Coeficientes de la prueba de contrastes ortogonales para la variable de proteína..... | 111 |
| A17 | Análisis de varianza para la prueba de contrastes ortogonales..... | 111 |
| A18 | Cuadro de datos totales de Acidez titulable..... | 112 |
| A19 | Cuadro de interacción entre cuadros latinos y tratamientos..... | 113 |
| A20 | Análisis de Varianza para la variable acidez titulable..... | 114 |
| A21 | Cuadro de Coeficientes de la prueba de contrastes ortogonales para la variable de Acidez titulable..... | 115 |
| A22 | Análisis de varianza para la prueba de contrastes ortogonales..... | 115 |
| A23 | Cuadro de datos totales de grasa medida en porcentaje..... | 116 |
| A24 | Cuadro de interacción entre cuadros latinos y tratamientos..... | 117 |
| A25 | Análisis de Varianza para la variable grasa..... | 118 |
| A26 | Cuadro de Coeficientes de la prueba de contrastes ortogonales para la variable de grasa..... | 119 |
| A27 | Análisis de varianza para la prueba de contrastes ortogonales..... | 119 |
| A28 | Cuadro de datos totales de pH..... | 120 |
| A29 | Cuadro de interacción entre cuadros latinos y tratamientos..... | 121 |
| A30 | Análisis de Varianza para la variable pH..... | 122 |
| A31 | Cuadro de Coeficientes de la prueba de contrastes ortogonales para la variable de pH..... | 123 |
| A32 | Análisis de varianza para la prueba de contrastes ortogonales..... | 123 |
| A33 | Datos de producción láctea medida en gramos, tomados durante el 06/02/2011 al 12/02/2011..... | 126 |
| A34 | Producción láctea medida en gramos al aplicar el tratamiento A (testigo), durante el 13/02/011 al 19/02/2011..... | 127 |
| A35 | Control de producción láctea medida en gramos durante la fase de descanso y adaptación; del 20/02/2011 al 26/02/2011..... | 128 |
| A36 | Control de producción láctea medida en gramos durante la fase de aplicación del tratamiento B (454 gramos de concentrado + pastoreo + 32 g de <i>E. lancifolia</i>); del 27/02/2011 al 05/03/2011..... | 129 |

| | | |
|-----|---|-----|
| A37 | Cuadro de control de producción láctea medida en gramos durante la fase de descanso y adaptación; del 06/03/2011 al 12/03/2011..... | 130 |
| A38 | Cuadro de control de producción láctea medida en gramos durante la fase de aplicación del tratamiento C (454 gramos de concentrado + pastoreo + 48 g de <i>E. lancifolia</i>); del 13/03/2011 al 19/03/2011..... | 131 |
| A39 | Producción láctea medida en gramos durante la fase de descanso y adaptación; del 20/03/2011 al 26/03/2011..... | 132 |
| A40 | Control de producción láctea medida en gramos durante la fase de aplicación del tratamiento D (454 gramos de concentrado + pastoreo + 64 g de <i>E. lancifolia</i>); del 27/03/2011 al 02/04/2011..... | 133 |

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|----|--|-----|
| 1 | Partes que conforman a la planta baja leche (<i>Euphorbia lancifolia</i>)..... | 5 |
| 2 | Macho y Hembra de la raza Saanen..... | 10 |
| 3 | Plano de un corral de encierro con plataforma de ordeño..... | 12 |
| 4 | Cerca perimetral..... | 13 |
| 5 | Perfil y frente de plataforma de ordeño..... | 14 |
| 6 | Proceso de Ordeña de una cabra..... | 20 |
| 7 | Producción láctea totales medida en gramos/día/cabra para cada tratamiento en estudio | 37 |
| 8 | Niveles promedios para el porcentaje de acides titulable medida en la leche de las 12 cabras para cada uno de los tratamientos en estudio..... | 39 |
| 9 | Gráfico representando los niveles promedios de pH para cada uno de los tratamientos en estudio..... | 41 |
| 10 | Gráfico representando los niveles promedios del porcentaje de proteína en los tratamientos en estudio..... | 43 |
| 11 | Representación gráfica de los promedios para el porcentaje de grasa en los tratamientos en estudio..... | 45 |
| 12 | Gráfico sobre la relación del beneficio económico parcial al suplementar <i>E. lacipholia</i> | 48 |
| A1 | Secuencia de toma de muestra láctea..... | 124 |

INDICE DE ANEXOS

| | | |
|--------|--|----|
| A1 | Conclusiones y análisis fitoquímicos realizados a la <i>Euphorbia lancifolia</i> , por La Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador y el Centro de Apoyo a la Lactancia Materna (CALMA) durante el año 2009..... | 57 |
| A2 | Procedimiento para la toma de muestras de leche de cabra cruda para análisis..... | 62 |
| A3 | Métodos de los Análisis Químicos para las muestras de leche..... | 64 |
| A3.1 | Acidez de la leche..... | 64 |
| A3.1.1 | Material, Equipo Y Reactivos..... | 64 |
| A3.1.2 | Procedimiento Operatorio..... | 64 |
| A3.1.3 | Cálculos..... | 65 |
| A3.1.4 | Causas de Error..... | 65 |
| A3.2 | Proteínas de la leche..... | 65 |
| A3.2.1 | Material Y Equipos..... | 65 |
| A3.2.2 | Reactivos..... | 65 |
| A3.2.3 | Procedimiento Operatorio..... | 66 |
| A3.2.4 | Digestión..... | 66 |
| A3.2.5 | Destilación..... | 66 |
| A3.2.6 | Cálculos..... | 67 |
| A3.3 | Determinación de Grasa en Leche por el Método de Babcock..... | 67 |
| A3.3.1 | Material y Equipos..... | 67 |
| A3.3.2 | Reactivos..... | 68 |
| A3.3.3 | Procedimiento..... | 68 |
| A3.3.4 | Causas de Error en este Método..... | 68 |
| A3.4 | Determinación de pH en Productos Lácteos..... | 69 |
| A3.4.1 | Calibración del Potenciómetro Hanna..... | 69 |
| A3.4.2 | Medición de Muestras..... | 70 |
| A4 | Mapa de ubicación del proyecto..... | 71 |
| A5 | Hemograma..... | 72 |
| A5.1 | Técnica de Punción Venosa..... | 72 |
| A6 | Resultados de hemogramas antes del experimento..... | 74 |
| A7 | Resultado de Hemogramas posterior al estudio..... | 86 |

| | | |
|----------|---|-----|
| A8 | California Mastitis Test (CMT)..... | 98 |
| A8.1 | Interpretación de los grados del CMT..... | 100 |
| A9 | Certificado de California Mastitis Test..... | 102 |
| A10 | Plan de Trabajo | 103 |
| A11 | Análisis Estadístico..... | 104 |
| A11.1 | Volumen lácteo..... | 104 |
| A11.1.1 | Análisis de Cochran..... | 104 |
| A11.1.2 | Análisis de varianza..... | 105 |
| A11.1.3 | Interpretación del análisis de varianza..... | 106 |
| A11.1.4 | Contrastes ortogonales..... | 107 |
| A11.1.5 | Interpretaciones de contrastes ortogonales..... | 107 |
| A11.2 | Variable Proteína..... | 108 |
| A11.2.1 | Análisis de Cochran..... | 108 |
| A11.2.2 | Análisis de varianza..... | 109 |
| A11.2.3 | Interpretación del análisis de varianza..... | 110 |
| A11.2.4 | Contrastes ortogonales..... | 111 |
| A11.2.5 | Interpretaciones de contrastes ortogonales..... | 111 |
| A11.3 | Acidez titulable..... | 112 |
| A11.3.1 | Análisis de Cochran para descartar la violación al supuesto de Homogeneidad..... | 112 |
| A11.3.2 | Análisis de varianza..... | 113 |
| A11.3.3 | Interpretación del análisis de varianza..... | 114 |
| A11.3.4 | Contrastes ortogonales..... | 115 |
| A11.3.5 | Interpretaciones de contrastes ortogonales..... | 115 |
| A11.4 | Grasa..... | 116 |
| A.11.4.1 | Análisis de Cochran..... | 116 |
| A11.4.2 | Análisis de varianza..... | 117 |
| A11.4.3 | Interpretación del análisis de varianza..... | 118 |
| A11.4.4 | Contrastes ortogonales..... | 119 |
| A11.4.5 | Interpretaciones de contrastes ortogonales..... | 119 |
| A11.5 | pH..... | 120 |
| A11.5.1 | Análisis de Cochran..... | 120 |
| A11.5.2 | Análisis de varianza..... | 121 |

| | | |
|---------|---|-----|
| A11.5.3 | Interpretación del análisis de varianza..... | 122 |
| A11.5.4 | Contrastes ortogonales..... | 123 |
| A11.5.5 | Interpretaciones de contrastes ortogonales..... | 123 |
| A12 | Secuencia de toma de muestra..... | 124 |
| A13 | Cálculos de beneficio económico parcial..... | 125 |
| A13.1 | Tratamiento A (Testigo, sin la <i>E. lancifolia</i>)..... | 125 |
| A13.2 | Tratamiento B (34 g. de <i>E. lancifolia</i>)..... | 125 |
| A13.3 | Tratamiento C (48 g. de <i>E. lancifolia</i>)..... | 125 |
| A13.4 | Tratamiento D (64 g. de <i>E. lancifolia</i>)..... | 125 |
| A14 | Datos completos de producción láctea durante la fase experimental..... | 126 |
| A15 | Certificados de laboratorio, correspondientes a LECC y CENSALUD..... | 134 |

INTRODUCCION.

La caprinocultura en la actualidad es uno de los rubros zootécnicos menos desarrollados en El Salvador, debido a esto existe poco conocimiento y tecnología alrededor de su explotación. Los pocos productores que trabajan la caprinocultura, en su mayoría personas de escasos recursos del área rural, no cuentan con los conocimientos y tecnología básica para un óptimo desarrollo de sus explotaciones, esto causa que se obtengan bajos rendimientos y altos costos de producción, haciendo que el rubro sea poco rentable. Sin embargo en la actualidad existen iniciativas gubernamentales y de organizaciones no gubernamentales por impulsar la caprinocultura para mejorar la calidad de vida en la vía económica y nutricional de las familias del área rural, debido a esto es de suma importancia que se realicen estudios e investigaciones para así poder mejorar el rubro.

Euphorbia lancifolia es una planta nativa del área mesoamericana ampliamente utilizada para estimular la secreción láctea en madres, la cual tiene propiedades galactagogas y tiene un gran potencial según investigaciones realizadas por Rosengarten (1982) para ayudar a mejorar las dietas animales y a su vez aumentar los niveles de producción, contribuyendo a mejorar la seguridad alimentaria; el desarrollo y producción de la planta no genera altos costos ni entra en conflicto con la alimentación de la población, debido a estos factores fue importante comprobar mediante el presente estudio si dicha hierba realmente mejoraría la producción láctea en las cabras.

No existen estudios científicos realizados con *Euphorbia lancifolia* en caprinos en toda Mesoamérica, solo se han realizado ensayos comparativos que no tienen sustentación científica, por lo tanto dichos ensayos no proporcionan información confiable, en cambio en otras especies como bovinos, porcinos, aves y el ser humano existen estudios con base científica, siendo en esta última en la cual se han realizado mayor cantidad de estudios, pudiendo mencionar el estudio más reciente realizado por Nuñez en el año 2009 en la Universidad de El Salvador titulado: "Seguridad en el Consumo del Galactagogo de Origen Natural *Euphorbia lancifolia* (Baja leche)". Por lo tanto fue de gran importancia determinar si la planta al ser utilizada en la alimentación de cabras promovería una mejora en su producción láctea.

Los objetivos de la investigación eran demostrar que el uso de la hierba *Euphorbia lancifolia* como suplemento alimenticio, administrado a cabras lecheras en fase de producción,

promueven el aumento de producción láctea y a su vez mejorarían sus características físico-químicas, y determinar si económicamente era factible el uso de *Euphorbia lancifolia* como suplemento alimenticio.

La información obtenida del estudio servirá de referencia para los pequeños caprinocultores de El Salvador, así como también a investigadores, docentes, estudiantes y personas interesadas en conocer acerca del uso de *Euphorbia lancifolia*.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1. GALACTAGOGO

Galactagogos: Son por definición agentes que promueven la secreción y flujo de leche, no indicándose el mecanismo mediante el cual se logra esta actividad. De acuerdo al diccionario médico de Black, las galactagogas, son drogas que incrementan el flujo de leche en hembras lactantes. Son alimentos especiales, bebidas o hierbas que la gente cree que son capaces de aumentar la capacidad de producir leche (Cáceres, 1996).

2.1.1 Galactagogos artificiales: Drogas que incrementan la producción láctea al promover la secreción de prolactina como: La sulpirida, clorpromazina y metoclopramida, La clorpromazina es un potente antipsicótico con gran variedad de efectos secundarios, por lo que no es utilizado con este fin (Tzapin, 2005).

2.1.2 Galactagogos naturales: Existen varias plantas a las cuales se les atribuyen propiedades galactogénicas y entre ellas está el Ixbut (*Euphorbia lancifolia*), aunque el mecanismo de acción no ha sido demostrado (Tzapin, 2005).

2.2 HIERBA BAJA LECHE (*Euphorbia lancifolia*)

2.2.1 Sinonimia:

Baja leche, hierba lechera, hierba de la Tristeza, Ixbut, Bermut, Sapillo (Ocampo-Balick, 2009).

2.2.2 Clasificación taxonómica (*Euphorbia lancifolia* Schlecht.):

Reino: Plantae

Subreino: Embryobionta.

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Rosidae

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Euphorbia*

Especie: *Euphorbia lancifolia* Schlecht.

Fuente: (Cruz, 2005)

2.2.3 Descripción Botánica

Es una planta herbácea perenne, algo carnosa y suculenta con tallos rollizos, verde pálidos, glabros, hasta de dos metros o más de altura y que contiene savia con apariencia de látex (lechosa). Sus hojas aisladas, oblongadas-lanceoladas, puntiagudas en sus extremos, tiene 12 cms de longitud y 1.5 a 2.0 cm. de ancho. Las flores son de color blanco pequeñas, se dice que las semillas son venenosas para el ganado. Requiere suelo franco, bien drenado, su propagación es principalmente de forma asexual o sexual por medio de porciones de tallo o raíces.

2.2.4 Origen y Distribución

Euphorbia lancifolia es nativa de Mesoamérica con una altitud comprendida entre 600 – 1,900 msnm, su distribución va desde el sur de México hasta Colombia. La especie fue descrita botánicamente por Von Schlechtendal, con un material proveniente de Misantla, México en 1,829. La palabra Ixbut, tiene su origen en el idioma Maya moderno principalmente de la etnia Pokoman, esta palabra significa:

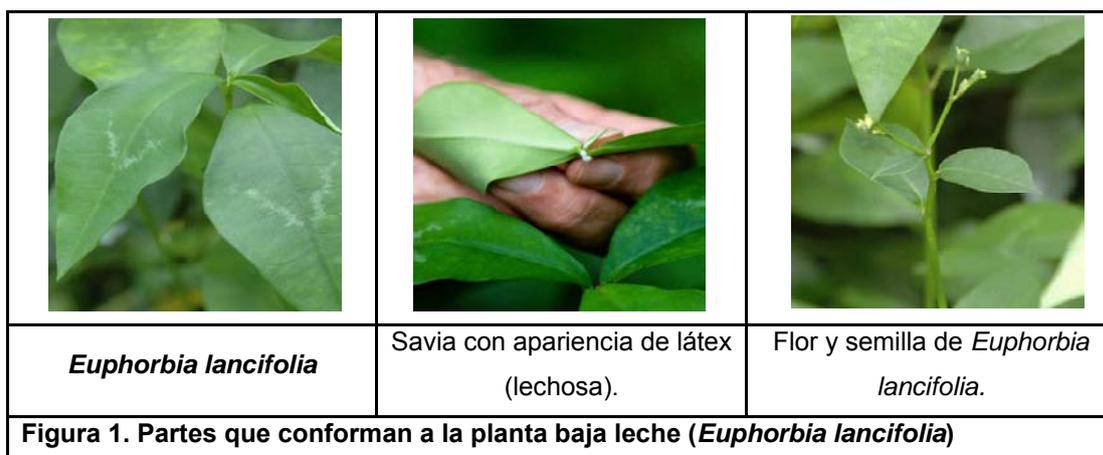
Ix = mujer

But = incremento en volumen (líquido).

Ixbut = “el aumento en el volumen del líquido de la mujer”.

(Cruz, 2005)

En El Salvador, se ha encontrado como flora secundaria formando parte de cafetales y pastizales, también a orillas de caminos de acceso rural, en zonas húmedas de clima tropical y templado, como en el interior del cráter del Volcán de San Salvador (Boquerón) a 1,880 m.n.s.m. Además se ha reportado en la zona occidental de El Salvador (Rosengarten, 1982).



Fuente: Ocampo-Balick, 2009.

2.2.5 Aspecto del cultivo

La propagación puede hacerse sexual o asexualmente a través de tallos y raíces. Es más fácil por medio de estacas. En los terrenos arcillosos y en suelo franco bien drenado se reproduce muy bien y la especie puede convertirse en permanente en ese tipo de terreno. La siembra se hace colocando la estaca de 45 cm de largo entre surco0 de 0.5 m. de distancia dejando fuera el extremo de la estaca. La planta retoña de manera rápida y espontánea y solo necesita agua durante los meses de sequía. Cuando se reproduce por corte de raíz se debe plantar en filas con espacio de 35 cm entre cada fila y con aproximadamente 25 cm entre cada planta. Se ha comprobado que para su adecuado crecimiento y desarrollo requiere ser sembrada en áreas protegidas donde hay constante humedad, áreas tibias y sombreadas como la de platanares, eucaliptos u otras especies que no cubran en su totalidad el paso de los rayos solares. La siembra puede hacerse en cualquier época del año, pero se obtiene mejor resultado durante la época lluviosa (Tomas, 1988).

Se desarrolla bien en climas tropicales con temperaturas que varían entre 10– 37° C. Con precipitaciones medias anuales que oscilan entre 1,000 – 1,200 mm (Cruz, 2005).

E. lancifolia es extremadamente vigoroso y más resistente a las enfermedades que la alfalfa, para mejores resultados, *E. lancifolia* se debería plantar en áreas protegidas, donde hay humedad constante. Después de 2 años, bajo condiciones favorables, se pueden cosechar un promedio de 25 toneladas por manzana de forraje verde al año, cortando dos veces en la época lluviosa y una vez en la época seca. Cada vez que se corte el forraje, se estimula

crecimiento nuevo. Si se cuida apropiadamente, una plantación de *E. lancifolia* debería durar 15 a 20 años (Cruz, 2005).

2.2.6 Usos medicinales

La infusión o decocción de hojas goza de una gran reputación para favorecer la producción de leche durante el periodo de lactancia de las madres humanas (función galactagoga), se usa para combatir la impotencia sexual, fiebre que puede presentarse después del parto, dolor de cuerpo y cólico estomacal. Tópicamente se usa la decocción de la planta completa en baños, para llagas y dolor de cuerpo, también función antiséptica y tónico estimulante. Además en algunas regiones la usan para ayudar a restablecer la menstruación (Tzapin, 2005).

2.2.7 Toxicología

Toda la planta tiene reputación de ser tóxica para caballos y vacunos, se asume que es causada por la ingestión de semillas y follaje en grandes cantidades. Los preparados deben ingerirse inmediatamente, al ponerse amarillos pueden causar diarrea. Según Análisis fitoquímicos realizados a la planta en la Universidad de El Salvador no muestra componentes o elementos tóxicos (Cuadros A1, A2, A3, A4.) (Nuñez, 2009)

2.2.8 Composición química

En 1957, Squibb, y Scrimshaw, estudiaron el contenido de carotenos y la actividad de la vitamina A de cuatro forrajes entre ellos el ixbut, el cual demostró tener el más alto contenido de vitamina A. El laboratorio de la Estación experimental agronómica de Santiago de las Vegas (Cuba), llevó a cabo el estudio de la calidad nutricional de la *E. lancifolia*, y se observó que se incrementa al utilizar la planta desecada en su totalidad. Según la revisión exhaustiva llevada a cabo en la Base de Datos Scifinder Scholar, se ha reportado muy poca información de la composición química de la *E. lancifolia*; sin embargo, es de hace notar la gran cantidad de calcio (Cuadro 1) presente esta especie vegetal. Squibb *et al*, determinaron que las hojas de Ixbut son una fuente importante de caroteno (Cuadro 1). (Tzapin 2005)

Cuadro 1. Análisis proximal de 100 g de hojas secas de Ixbut (*E. lancifolia*).

| CONSTITUYENTES | VALORES | CONSTITUYENTES | VALORES |
|-----------------|-----------|-------------------------|----------|
| Proteína | 16.2 gr. | Fosforo | 400 mg. |
| Humedad | 9.2 gr. | Caroteno | 15 ug. |
| Ceniza | 9.8 gr. | Vitamina C | 73 mg. |
| Extracto Etéreo | 5.9 gr. | Vitamina B ₂ | 0.76 mg. |
| Nitrógeno | 1.9 gr. | Vitamina B ₁ | 0.04 mg. |
| Calcio | 1,510 mg. | Niacina | 4.1 mg. |
| Hierro | 53.3 mg. | | |

(Fuente: Tzapin, 2005)

2.2.8 Estudios realizados previamente sobre *Euphorbia lancifolia*.

Un té de hierbas hecho de hojas de *Euphorbia lancifolia* se ha usado por varios siglos en mujeres Mayas. Entre otros usos se aplica a las raciones de alimento a ganado vacuno y caprino para aumentar la producción de leche, se supone superior a la alfalfa y otras leguminosas tropicales forrajeras. Hasta la fecha, nunca se ha aislado al principio activo de ixbut. Sin embargo esta hierba medicinal, un galactagogo natural de origen Mesoamericano, parecería ser digna de un mayor estudio químico, farmacológico e investigativo (Rosengarten, 1982).

En 1894, Rosal notó que sus propias vacas en Cuyotenango, en la costa pacífica de Guatemala no estaban produciendo ni cerca de la cantidad de leche que las vacas de la hacienda vecina, los cuales estaban siendo alimentados con ixbut (Cruz, 2005).

Castillo en 1911, elaboró un producto guatemalteco, llamado Galac-Latex, como suplemento para alimento de ganado, en el cual ixbut era el principal ingrediente. Ese galactogogo, aparentemente tuvo éxito por unos cuantos años, pero ya no se produce (Rosengarten, 1982).

En Junio de 1927, Gándara propagó la planta por estacas en la Estación Experimental de La Ceiba, Honduras y en 1928 experimentó con vacas cuya producción de leche había sido de las más regulares durante 15 días consecutivos. Dichas vacas habían venido produciendo aproximadamente una botella al ordeñar en la mañana y otra en la tarde, se le dio a tomar dos botellas de cocimiento de la hierba de la leche, preparado con 250 gramos por litro de agua. Al día siguiente no se observó ningún cambio, sin embargo se le volvió a dar una toma

igual en las mismas circunstancias y al otro día la producción aumento en media botella. De aquí en adelante se le suministro por tres veces más la preparación y al final el producto se había elevado a seis botellas. A las cinco veces de haber tratado así el animal, lo dejaron descansar por tres días consecutivos al cabo de los cuales bajo la producción a cinco botellas, pero nuevamente se le volvió a aplicar el tratamiento por tres días más y la producción volvió a subir a seis botellas. De allí en adelante la vaca, sin necesidad de la hierba se quedó dando poco más o menos esa misma producción (Rosengarten, 1982).

El más amplio estudio de esta planta se debe al profesor Gándara en 1934, en el documento Mem. Soc. Antonio Alzate Números 5 y 8, en donde describe a la “Hierba Lechera”, en el año de 1934, de cuyo trabajo se puede extraer lo siguiente: “El Dr. Molina Flores la introdujo a la ciudad de Guatemala donde una vez aclimatada, el Dr. Salvador Sarabia preparó un extracto fluido que experimentó en varios casos, comprobando plenamente su propiedad de producir y aumentar la secreción láctea, usando hasta ocho gramos del extracto. El vulgo usa simplemente el cocimiento de 250 gramos de la hierba en un litro de agua dando hasta dos litros diariamente. En 1934, el Prof. Gándara durante su estancia en El Salvador, supo que existía un pequeño cultivo de esta planta en el Hospital de San Miguel donde la misma era empleada como galactógeno para las nodrizas (Tzapin, 2005).

En 1947, Aguilar notó en el Sureste de México que ixbut aumentaba la producción de leche en vacas cuando se mezclaba con forraje de ganado. Recomendó mezclar el ixbut en cantidades pequeñas—alrededor de 1.5 gramos de ixbut por kilo de peso de la vaca en solución acuosa. El observó que a las vacas no se les debe dar demasiado ixbut, por unos cuantos días el rendimiento de leche aumentaba substancialmente, para después disminuir gradualmente, posiblemente debido a estar exhaustas (Rosengarten, 1982).

Serrano (1949), en colaboración Merck y Co., investigó el efecto del ixbut en la producción de leche de 6 cabras, en la ciudad de Guatemala. A las cabras se les dio una infusión acuosa al 5% de material de planta de ixbut diariamente, por un período de 4 días. No se observaron señales de toxicidad. En cada caso se observó un aumento modesto en la producción de leche de cabra (Rosengarten, 1982).

En Costa Rica, Herrera (1995), experimentó el uso de diversos suplementos alimenticios de origen natural a vacas en producción, entre los suplementos se encontraba *Euphorbia*

lancifolia, dicho trabajo se realizó con el fin de determinar si los suplementos alimenticios mejoraban la calidad físico-química de la leche, obteniendo como resultados que los suplementos no hacían variar su calidad físico-química, dichas variables se mantuvieron dentro de sus parámetros (Herrera, 1995).

En el 2005 se realizó un estudio, en la Universidad de San Carlos en Guatemala relacionado con el efecto del consumo de *E. lancifolia* sobre la densidad y el volumen de la leche materna, y se concluyó que la mayoría de las mujeres del grupo experimental (76.47 %), indicaron haber aumentado su producción de leche materna durante la mañana después del consumo de la infusión de ixbut (Tzapin, 2005).

En octubre del 2009, un equipo de investigación de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, realizó un estudio sobre la seguridad en el consumo del galactogogo de origen natural *E. lancifolia* (baja leche). La investigación fue realizada a petición del Centro de Apoyo a la Lactancia Materna, CALMA, que impulsa un programa de utilización de la planta *Euphorbia lancifolia* conocida como baja leche, dirigido a la madres con problemas de lactancia. Se concluyó con el estudio que no se detectó la presencia de metabolitos tóxicos en el análisis fitoquímico de la infusión de hojas de Baja leche, en base a la receta que CALMA le recomienda a la madre lactante (Núñez, 2009).

2.3. LA CABRA

Las cabras (*Capra hircus*) son rumiantes. Su anatomía y fisiología no difieren mucho de los bovinos y ovinos. Las cabras son animales activos. En el día, sólo permanecen quietas durante la rumia. Destacan por su inteligencia y llegan a reconocer fácilmente a la persona que las cuida. Los machos tienen una gran capacidad reproductora. Las hembras también son prolíficas. Pueden parir dos veces por año, dando dos o más crías en cada parto. No obstante su tamaño, son excelentes productoras de leche. Algunas cabras excepcionales han producido 3,000 litros por año. Sin embargo, la producción promedio de las cabras por lactación varía de 600 a 800 litros de leche, con 3.7 a 4.5% de grasa. Las cabras se han adaptado a diferentes climas, aunque son menos abundantes en las regiones húmedas. Su rusticidad es una característica indiscutible (Koeslag, 1990).

2.3.1 Raza Saanen

Saanen es originaria de Suiza. Los Saanen son de color blanco o cremoso pálido con manchas negras sobre la nariz, las orejas y la ubre. Por su color claro, son susceptibles al sol fuerte. Por eso, requieren de sombra. Su pelo es corto y frecuentemente carecen de cuernos. Su alzada varía de 80 a 90 cm y la longitud del cuerpo es de 110 cm aproximadamente. El peso promedio al nacer es de 3 ½ kg. Cuando son adultos, llegan a 50 kg; los machos, a 75 kg de peso vivo. Los Saanen son aptos para climas subtropicales cuando el manejo es intensivo (Koeslag, 1990).

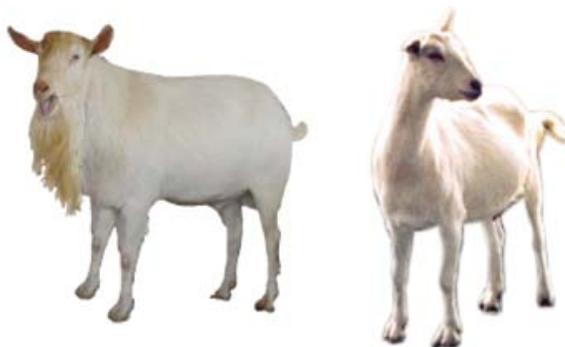


Figura 2. Macho y Hembra de la raza Saanen

Fuente: Gómez 2009.

2.4. INSTALACIONES

Los albergues para cabras varían de acuerdo con el clima y el sistema de producción (estabulado, semiestabulado y extensivo). El sistema estabulado generalmente tiene el objetivo de producir leche con cabras especializadas, alimentadas con raciones balanceadas ofrecidas en los corrales. En el semiestabulado, las cabras se pastorean durante el día y por la tarde se regresan al corral anexo a la vivienda del pastor, donde pueden o no ser suplementadas con forraje o concentrados. El sistema extensivo se practica sólo en potreros demasiado extensos, donde se dificulta regresar al corral el mismo día. En este sistema, las cabras se alimentan sólo de lo que pastan durante el día. Por la noche pernoctan en corrales móviles, hondonadas o corrales fijos protegidos por cercas vivas (Gómez, 2009).

2.4.1 Corrales

Los corrales son usados para confinar a los animales permanentemente o sólo durante la noche. Las cercas deben ser buenas, para evitar los escapes. Su altura debe ser por lo menos de 120 cm. Pueden ser construidas de madera, de alambre, de piedras u otros materiales rústicos. Si se practica un pastoreo extensivo, es ventajoso tener corrales rústicos

y desarmables, por ejemplo, un corral portátil de alambre. En el invierno, estos corrales deben cubrirse con costales para proteger a los animales contra las lluvias y los vientos fríos. También se puede usar paja o palma, previamente impregnadas de aceite quemado (Koeslag, 1990).

2.4.2. Espacios recomendados

Además del tamaño y composición del rebaño, para el cálculo y diseño de las construcciones es necesario conocer las necesidades promedio por tipo de animal. Como guía, en el Cuadro 2 se presentan algunas sugerencias al respecto (Gómez, 2009).

Cuadro 2. Necesidades individuales de espacio y otras características de construcciones para cabras.

| Aspectos | Dimensiones |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Cabra adulta, cobertizo | 1.5 m ² |
| Cabra adulta con comedero | 2.0 m ² |
| Patio para ejercicio de cabras | 3.0 m ² |
| Cabritos, cobertizo | 0.5 – 0.7 m ² |
| Semental, cobertizo | 3.0 – 5.0 m ² |
| Patio para ejercicio del semental | Mayor que 3.0 m |
| Espacio en comedero | 0.35 X 0.20 m |
| Altura de bardas de separación | 1.5 m |
| Altura de techos | Mayor que 2.0 m |

Fuente: Gómez, 2009

2.4.3 Corral de encierro

El corral de encierro o majada debe proteger el rebaño durante la noche de los vientos dominantes, cambios de temperatura, de la lluvia y del granizo, así como de los predadores (coyotes y perros ajenos). Es necesario hacer un corral aparte para los sementales, que los mantenga separado de las cabras, así como otro para animales enfermos. Un corral de encierro debe tener algunos comederos y bebederos para alimentar a las cabras en períodos fisiológicos críticos, durante los días de marcación, selección o sequía. También, el corral de encierro puede incluir un espacio acondicionado para el ordeño (Gómez, 2009).

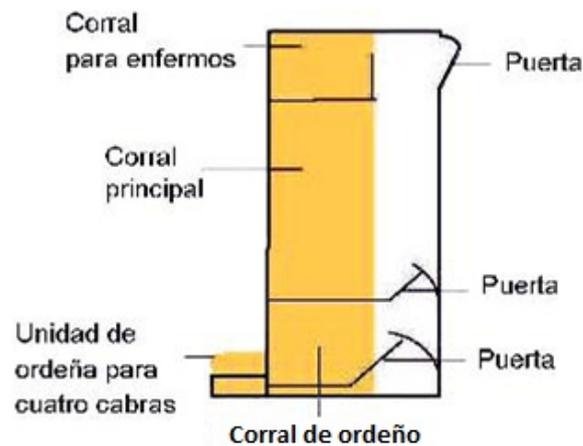


Figura 3. Plano de un corral de encierro con plataforma de ordeño.

Fuente: Gómez, 2009

2.4.4 Comederos

Los comederos deben ser lo suficientemente largos para que varios animales puedan comer al mismo tiempo, es necesario construir un área exclusiva para alimentar a los pequeños y donde los animales grandes no puedan comerse su alimento. Los comederos, las bandejas con minerales, sales y alimentos se colocan a una altura mínima del suelo de 50 cms. (Gómez, 2009).

2.4.5 Bebederos

Estos pueden ser de lámina o plásticos como por ejemplo las cubetas, con un diámetro de 23 cm; no es bueno dejarlas en el suelo, sino que deben asegurarse al muro o de un poste mediante un arco de hierro. Cuando se trata de cabras sin cuernos se recomienda colocar el bebedero por fuera del muro para que puedan alcanzarla a través de un agujero o abertura. En esta forma es fácil sacar o colocar la cubeta y el animal no puede voltearla o poner sus patas en el interior echando a perder su contenido (Agraz, 1989).

2.4.6 Cercos

Los cercos son usados para delimitar y dividir una propiedad, un potrero o un corral. Con independencia de su propósito hay que planificar con cuidado los cercos de la explotación, ya que son una inversión grande y su posición y mantenimiento afecta las operaciones de la granja. Según su propósito los cercos pueden ser (Gómez, 2009):

- Cercados permanentes, los cuales se construyen para durar muchos años con reparaciones mínimas, por lo que deberán ser construidos con materiales de buena calidad.

- Cercados temporales, son los que se necesitan por tiempos cortos cuando se rotan los potreros de praderas, o cuando se necesitan realizar algunos trabajos con el ganado.

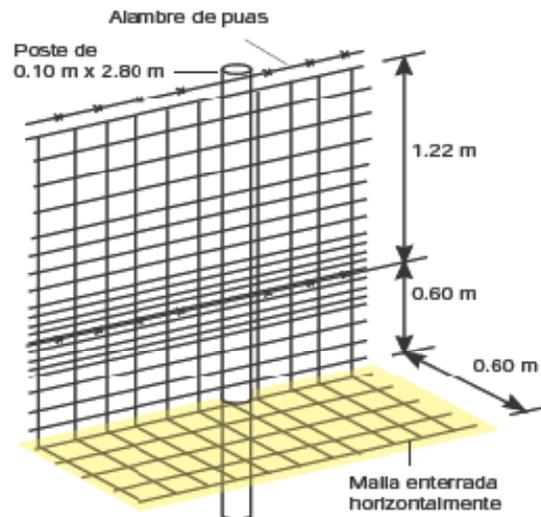


Figura 4. Cerca perimetral

Fuente: Gómez, 2009

2.4.7 Instalaciones para ordeño

Las instalaciones para esta actividad deben estar diseñadas de forma tal que faciliten el ordeño de la cabra, la limpieza de la sala de ordeño y la protección sanitaria de la leche. Cuando se tienen pocas cabras se puede usar una plataforma individual, aunque requieren un periodo de adaptación a la plataforma; el ofrecer alimento concentrado al momento del ordeño puede ayudar a acortar este periodo. El ordeño a mano sin sujetador fijo dificulta el proceso y estresa a la cabra, ya que hay que lazarla o corretearla y después sujetarla con la pierna en cuclillas; además, se ordeña con la misma mano con la que antes se le agarró la pata, resultando una leche muy contaminada. Cuando se tienen 15 o más cabras se puede hacer una plataforma para ordeñar simultáneamente cuatro cabras o más. Existen en el mercado módulos prefabricados para cuatro cabras (Gómez, 2009).

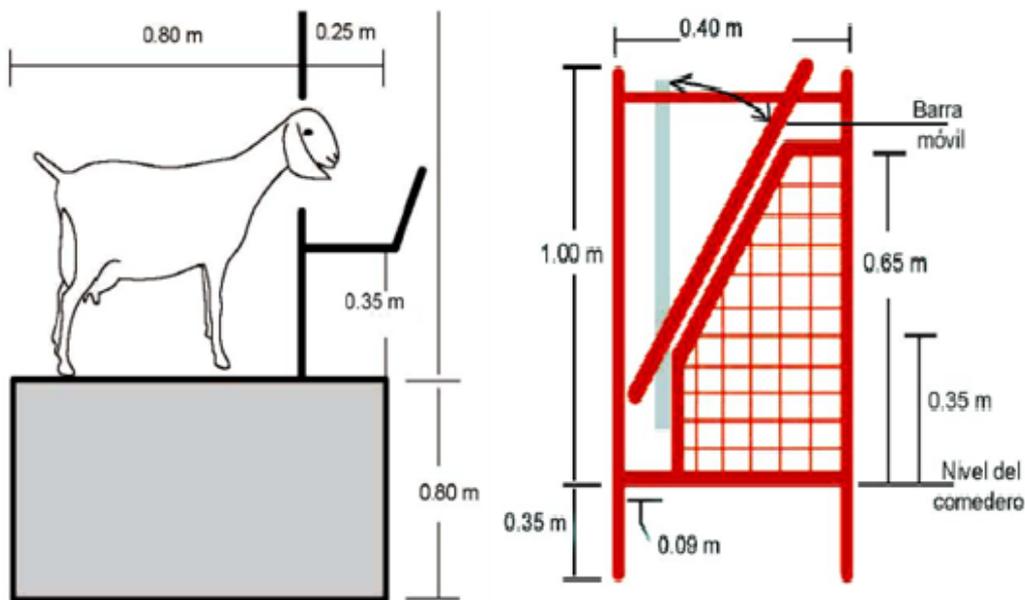


Figura 5 Perfil y frente de plataforma de ordeño.

Fuente: Gómez, 2009.

2.5 ALIMENTACIÓN

La mayoría de las cabras se alimentan por medio de pastoreo en pastizales naturales. En este caso, las normas de alimentación tienen poco valor práctico porque es difícil evaluar la cantidad y calidad de alimento consumido. Las cabras estabuladas pueden ser alimentadas según las normas científicas. Sin embargo, en la práctica se presentan las siguientes dificultades:

- a. Las normas alimenticias para las cabras no están bien establecidas.
- b. Generalmente se desconoce el valor nutritivo de los alimentos.
- c. El suministro individual de alimentos es poco práctico en las cabras.
- d. A las cabras les gusta seleccionar y consumir solamente parte del alimento ofrecido. Por lo tanto, se desecha el resto. Esto dificulta la estimación de la cantidad y calidad de alimento consumido.

Por lo anterior, es obvio que las normas de alimentación para las cabras sirven solamente como guía general. La condición, la producción y la sanidad de las cabras serán los indicadores apropiados para evaluar si la alimentación es adecuada (Koeslag, 1990).

2.5.1 Requerimientos Nutricionales

El alimento que consume el animal sirve para satisfacer sus necesidades de crecimiento, mantenimiento y producción. Esta última puede ser subdividida en crecimiento, preñez, producción de leche, de lana y pelo. Para satisfacer sus necesidades, se suministra agua, energía, proteínas, y otras sustancias esenciales, como vitaminas y minerales. Básicamente, las cabras son consumidoras de forraje. Sin embargo, los animales altamente productivos deben, además, recibir concentrados. En la producción se incluyen: el crecimiento, la producción de crías y la producción de leche. Los animales jóvenes necesitan satisfacer sus necesidades de mantenimiento y crecimiento. Estos animales tienen además una capacidad limitada de consumo. Por lo tanto, requieren de alimentos relativamente concentrados, con bastantes proteínas y minerales. Especialmente durante las últimas seis semanas de preñez, los fetos se desarrollan rápidamente y la cabra necesita nutrientes extras, arriba del nivel de mantenimiento. En este periodo debe darse atención especial a las proteínas y a los minerales (Koeslag, 1990).

Una alimentación deficiente durante este periodo tiene los siguientes efectos negativos:

- a. Las crías tienen poco peso, son débiles y tienen un alto índice de mortalidad.
- b. Después del parto, las cabras tienen pocas reservas corporales y producen menos leche.

Los requerimientos alimenticios para la producción de leche son altos (Cuadro 3). Si la ración no es adecuada, drena primero sus reservas y luego disminuye su producción (Koeslag, 1990).

Cuadro 3. Requerimientos nutricionales básicos para cabras en lactación

| Peso Corporal Kg | Energía | | Proteína | Minerales | | Vitaminas | |
|---------------------|--|--------------------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|-----------|-----------|
| | Total de Nutrientes Digestible (TDN) Kg/d | Energía metabolizable (EM) Mcal/d | Proteína Cruda (PC) g/d | Calcio (Ca) g/d | Fosforo (P) g/d | A RE/d | E IU/d |
| 40 | 1.24 | 4.48 | 120 | 10.0 | 6.4 | 2140 | 224 |
| 50 | 1.43 | 5.17 | 139 | 10.5 | 6.9 | 2675 | 280 |
| 60 | 1.61 | 5.80 | 157 | 10.9 | 7.3 | 3210 | 336 |
| 70 | 1.77 | 6.40 | 174 | 11.4 | 7.7 | 3745 | 392 |
| 80 | 1.93 | 6.97 | 190 | 11.8 | 8.1 | 4280 | 448 |
| 90 | 2.09 | 7.53 | 206 | 12.2 | 8.5 | 4815 | 504 |

Fuete. Solaiman, 2010

2.5.2 Necesidades de proteínas

Los animales necesitan proteínas, ya que éstas ayudan en.

- Mantenimiento del cuerpo. Para remplazar células de los tejidos y enzimas de digestión.
- Producción de crías, de carne, de leche, de pelos y de lana.

Las raciones ricas en proteínas causan diarrea a las cabras. En condiciones normales este mal no se presenta. El porcentaje de proteínas en los pastizales naturales en la época de sequía es tan bajo que el consumo total se ve afectado negativamente. La complementación con concentrados ricos en proteínas puede estimular el consumo de forrajes. Para las cabras, la urea también puede servir como fuente de nitrógeno. Ésta debe ser suministrada en cantidades limitadas y en combinación con carbohidratos fácilmente digestibles, como la melaza (Koeslag, 1990).

2.5.3 Requerimientos alimenticios diarios

Las siguientes normas de alimentación del cuadro 4 se usarán solamente como guía.

Cuadro 4. Requerimientos Alimenticios Diarios

| | |
|----------------------------|---|
| Materia seca | <ul style="list-style-type: none"> - 2.5 a 3.0% del peso vivo para animales productores de carne. - Hasta 8% del peso vivo para altas productoras de leche |
| Energía | <ul style="list-style-type: none"> - 800 a 900 gr. TND por cada 100 Kg. de peso vivo para su mantenimiento - 3 gr. TND por gr. De crecimiento. - 400 gr. TND por Kg. de leche producida. |
| Proteína digestible | <ul style="list-style-type: none"> - 60 a 80 gr. Por cada 100 kg. de peso vivo para mantenimiento. - 0.2 por gr. De crecimiento. - 60 a 70 gr. Por kg. de leche producida. |

Fuente: Koeslag, 1990.

2.5.4 Consumo

Los animales tienen una capacidad limitada de consumo. La satisfacción de sus necesidades dependerá de la calidad del alimento. Los factores que pueden limitar el consumo son: temperatura corporal elevada, consumo insuficiente de agua, ración deficiente en proteínas, deficiencia de minerales.

Cuando se eleva la temperatura corporal el consumo de alimento disminuye y aumenta el consumo de agua. El animal trata de mantener su temperatura corporal constante. Por un lado, produce calor y lo recibe del ambiente, por otro, se desprende de calor. Por medio de sombra se puede aumentar el consumo, porque es más fácil para el animal eliminar el calor que produce por ingestión. El animal también puede eliminar calor por medio del contacto con el aire y con superficies frías (Koeslag, 1990).

2.5.5 Pastoreo

Las cabras en libertad pastorean y ramonean en diferentes sitios. De esta manera satisfacen sus necesidades básicas. Las cabras no solamente comen plantas al nivel del suelo, sino también brotes, hojas, flores, ramitas, semillas y corteza de arbustos y árboles. Su dieta es variada y el peligro de deficiencia alimenticia es menor. Para aprovechar, conservar y mejorar los pastizales naturales, es recomendable practicar un tipo de pastoreo controlado. Sin embargo, es más práctico que las cabras pastoreen bajo vigilancia permanente de uno o más pastores (Koeslag, 1990).

2.6 MANEJO

Para aumentar la productividad de las cabras, es necesario mejorar su manejo. Esto se puede lograr sin altos costos y con resultados favorables. El problema es que frecuentemente las cabras son cuidadas por personas que desconocen su manejo. Por lo tanto, es recomendable que, en cada lugar donde se encuentren cabras, se capacite técnicamente a las personas interesadas. Solamente así será posible aumentar la productividad y el rendimiento de las cabras. La reproducción en todos los animales domésticos es esencial para mantener y aumentar su número. Algunos animales se mueren o se desechan por baja productividad. Si el objetivo principal es la producción de carne, una reproducción eficiente es muy importante. En los animales lecheros, un nuevo parto es necesario para empezar con otra lactación. Para una buena fertilidad, es necesario un manejo adecuado durante el empadre, la preñez y el parto (Solaiman, 2010).

2.6.1 Manejo de Hembras

Solamente las hembras en celo pueden ser apareadas. Sin embargo, no es recomendable aparear todas las hembras en celo. Las cabras jóvenes poco desarrolladas, y las cabras adultas en malas condiciones, no se deben servir todavía. Bajo sistemas de pastoreo en pastizales naturales, es difícil prevenir que todas las cabras que entran en celo sean servidas. Para solucionar el problema, se pueden dividir los animales en varios grupos y pastorear los machos, únicamente con las hembras que puedan ser servidas. Otra posibilidad es la estabulación permanente de los machos. Estos pueden juntarse con las hembras en celo durante la noche (Solaiman, 2010).

Las desventajas de servir cabras jóvenes radican en que: son frenadas en su propio desarrollo y es difícil que lo recuperen después, el peso de sus crías al nacer es demasiado bajo y esto da como resultado un alto índice de mortandad.

Las cabras en malas condiciones tampoco deben ser cargadas porque tienen celos irregulares, su carga es más difícil y el número de crías por parto es menor. El primer empadre de las hembras puede realizarse entre los seis y siete meses de edad, con 30 y 35 kg de peso vivo, cuando la alimentación y el manejo son buenos. Bajo sistemas extensivos, es mejor esperar hasta que las hembras alcancen la edad de un año o más. Se recomienda deshacerse de las hembras mayores de seis a siete años, ya que a esa edad la fertilidad y producción de leche bajan (Koeslag, 1990).

2.6.2 Ordeño

Normalmente, la ordeña de las cabras altamente productivas se realiza dos veces al día. Bajo condiciones extensivas, donde las cabras también amamantan a sus crías, se puede hacer una ordeña. Es importante que se obtenga leche en condiciones higiénicas. La sala de ordeña, los utensilios, y las cabras mismas deben estar bien limpias. Se debe limpiar la ubre con agua tibia y luego secarla con un trapo limpio o una toalla desechable. La cubeta para la leche debe ser lavada con agua y detergente, enjuagada con agua limpia y secada al sol. El lugar para la ordeña debe ser fácil de limpiar. Se pueden combatir las moscas asperjando un insecticida, que tenga prolongado efecto residual (Koeslag, 1990).

Es recomendable tener un almacén especial para guardar la leche en forma refrigerada. Se debe efectuar la ordeña sin asustar ni molestar a la cabra. Por lo tanto, es recomendable que siempre lo haga la misma persona, sin que estén presentes visitantes ni perros. Lo mejor es respetar horarios fijos en la ordeña. Cuando son muchas las cabras para ordeñar, es recomendable tener un lugar especial para realizarlo. Es cómodo colocar a las cabras sobre una plataforma a un nivel de 70 cm arriba del piso. La plataforma tendrá 100 cm de largo por 55 cm de ancho. Debe equiparse con un pequeño comedero para suministrar concentrados. Así, el animal estará tranquilo durante la ordeña (Koeslag, 1990).

Las cabras pueden ser ordeñadas por medio de máquinas, pero la forma más común es manualmente. No es difícil extraer la leche, pero se requiere práctica. Las cabras se acostumbran a ser ordeñadas normalmente del lado derecho. La desventaja de ordeñar la cabra por atrás es que puede caer estiércol en la cubeta. La manera correcta de ordeñar depende de las siguientes etapas (Figura 6):

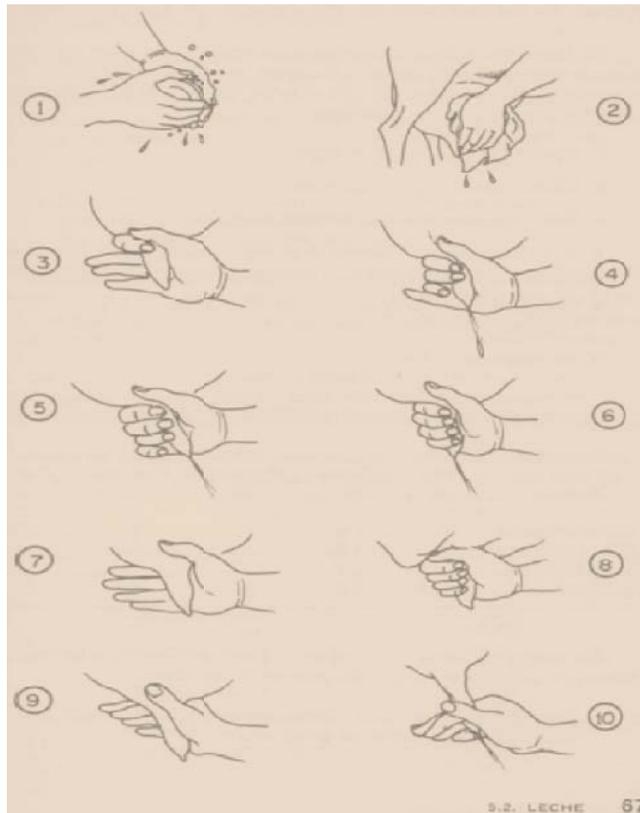


Figura 6. Proceso de Ordeña de una cabra.

Fuente: Koeslag, 1990.

(1) Lavarse las manos; (2) Limpiar y secar la ubre; (3) Cerrar el dedo índice y el pulgar sobre el pezón; (4) Presionar con el tercer dedo; (5) Presionar con el cuarto dedo; (6) Presionar con toda la mano; (7) Abrir la mano y empezar de nuevo; (8) Al final de la ordeña se da masaje a la ubre para bajar el resto de leche hacia el pezón; (9) La última leche se saca apretando el pezón entre el pulgar y el índice; (10) Se mueven los dedos cerrados hacia abajo.

2.7 Fisiología y composición de la leche.

La leche es una emulsión blanco-amarillenta o blanquecina que contiene gotitas de grasa en suspensión, las proteínas de la leche están fundamentalmente en estado coloidal y los otros ingredientes en solución verdadera y su composición varía dependiendo de la especie como se puede observar en el cuadro 5 (Dukes, 1981).

Cuadro 5. Composición promedia de la leche.

| | Agua (%) | Proteína (%) | Grasa (%) | Azúcar (%) | Ceniza (%) | Sólidos Tot. |
|--------------|----------|--------------|-----------|------------|------------|--------------|
| Vaca | 87,0 | 3.4 | 3.8 | 4,9 | 0,72 | 12,0 |
| Cabra | 86,88 | 3,7 | 4.0 | 4,6 | 0.85 | 13,0 |
| Yegua | 90,58 | 2,0 | 1.14 | 5.87 | 0,36 | 9,4 |
| Oveja | 84,0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | 0,9 | 16,0 |
| Cerda | 81,0 | 6,2 | 7.0 | 4.75 | 1,1 | 19,0 |

Fuente: Dukes, 1981.

Durante los cuatro primeros días después del parto, la leche o calostro contiene una alta proporción de globulina que se ha acumulado en la glándula durante el período seco; la fracción globulínica de la sangre está asociada con los anticuerpos que se transfieren al ternero, dándole alguna protección antes que haya pasado un plazo suficiente para que elabore una inmunidad activa. Las principales proteínas son la caseína, la lactalbúmina y la lactoglobulina, de éstas, la que se encuentra en mayor cantidad es la caseína. El único carbohidrato de la leche es la lactosa o azúcar de la leche; las grasas de la leche son fundamentalmente oleína, palmitina y estearina. También están presentes pequeñas cantidades de lecitina y colesterol. El fosfato cálcico y las sales potásicas son abundantes en la leche, y se encuentran pequeñas cantidades de cloruros magnésico y sódico y unas trazas de hierro. Todas las vitaminas necesarias para el crecimiento de los recién nacidos están usualmente presentes en la leche. También se presentan normalmente constituyentes celulares en la leche, Estos consisten en células epiteliales, núcleos de células epiteliales y leucocitos en número variable (Dukes, 1981).

2.7.1 Fisiología de la glándula mamaria y secreción láctea

Morfología: La glándula mamaria es una glándula cutánea y es vital para el desarrollo normal del recién nacido, además es considerada como una glándula accesoria del sistema reproductor. Es una de las características diferenciales de los mamíferos y se desarrolla con la finalidad de nutrir al recién nacido. Se distinguen las mamas, según su localización en pectorales, abdominales e inguinales. Las glándulas son usualmente pares. En la yegua, vaca, oveja y cabra están confinadas en la región inguinal. Durante la lactancia el metabolismo específico de la glándula mamaria está aumentada. La transforma los materiales recibidos de la sangre en sus productos específicos de secreción: proteína, grasa,

lactosa, sales, vitaminas y fermentos. Son necesarias grandes cantidades de sangre para suministrar a la mama los elementos indispensables para la síntesis de la leche. Se estima que para producir un litro de leche es necesario que la mama sea atravesada por unos 500 litros de sangre (Agraz, 1984).

2.7.2 Control hormonal de la lactación

El estradiol produce un brote de crecimiento inicial de la mama; la progesterona hace que avance más este crecimiento de los conductos, provocando la formación de las porciones alveolares o secretoras de la glándula, esta hormona debe ser precedida por la actuación del estradiol, la prolactina o lactógeno, de la pituitaria anterior, es necesaria para la secreción real de leche. El crecimiento de los elementos secretores de las glándulas mamarias se completa hacia la mitad de la gestación, después de lo cual el crecimiento es solamente por hipertrofia de las células secretoras. El máximo crecimiento mamario varía de una especie a otra (Dukes, 1981).

Las hormonas que afectan al metabolismo, especialmente la tiroxina y la insulina, afectan el nivel de la secreción. La hormona poshipofisiaria oxitocina produce un inmediato flujo de leche, causando la contracción de la musculatura lisa o la eliminación de la leche preformada en las células. Asdell y colaboradores han encontrado que en aquellas cabras que tienen una rápida declinación de la secreción láctea, las inyecciones de prolactina producen un notable aumento en la producción láctea, mientras que las inyecciones similares en las buenas productoras no tienen tal efecto (Dukes, 1981).

2.7.3 Eyección de leche.

El ordeño o la toma de leche por parte de la cría únicamente logran vaciar la cisterna y los grandes conductos de la glándula; la presión negativa hará que los que los conductos se aplanen y así no puedan vaciarse los alveolos y conductos más pequeños; por lo tanto la madre debe tomar parte activa, esto se logra por la contracción activa de las células mioepiteliales que rodean a los alveolos y pequeños conductos, estas células se contraen por el estímulo de la oxitocina, hormona procedente del lóbulo posterior de la hipófisis. El flujo lácteo es de naturaleza refleja por medio de los nervios sensitivos de las glándulas mamarias, estos nervios llevan impulsos hasta el hipotálamo, luego se pone en circulación las hormonas del lóbulo posterior de la hipófisis. El reflejo lácteo puede ser condicionado por estímulos relacionados con la costumbre diaria de ordeño, hora de alimentación, ruido en los

establos y lavados de ubre, por el contrario pueden ser inhibidos por estímulos desfavorables, Como el ladrido de perros o ruidos inesperados. El sistema nervioso simpático interviene en estos fenómenos inhibitorios, por medio de la adrenalina (Frandsen, 1967).

2.7.4 Secreción de leche

El control endocrino del crecimiento de la ubre es estimulado por la progesterona y los estrógenos durante la preñez. Más tarde la placenta aumenta la secreción de estrógeno, que estimula la secreción de prolactina que inicia a su vez la lactación por las células epiteliales de la ubre. Una vez después del parto y removida la placenta, la secreción de estrógeno cae rápidamente y se mantiene la secreción de prolactina que es estimulada por el ordeño. Las células secretoras deben estar ampliamente irrigadas; la actividad circulatoria aunque es muy grande, es lenta, la sangre permanece durante mucho tiempo en contacto con los tejidos de la glándula, y una fina red capilar permite el intercambio de sustancias (Agraz, 1984).

2.8 ASPECTOS GENERALES DE LA LECHE DE CABRA

La leche, sin lugar a dudas es considerada como el alimento más completo que existe en la naturaleza, principalmente por el valor biológico de sus constituyentes. Una definición común es: "la leche es el líquido segregado por las hembras de los mamíferos a través de las glándulas mamarias, cuya finalidad básica es alimentar a su cría durante un determinado tiempo; su importancia se basa en su alto valor nutritivo, ya que sus componentes se encuentran en la forma y en las proporciones adecuadas, de tal manera que cada una de las leches representa el alimento más balanceado y propio para sus correspondientes crías". En el sistema de producción de leche hay un atributo particular de calidad que es indispensable: la inocuidad. Todo es importante, la alimentación, el manejo, la higiene, el control de enfermedades de los animales, así como también la capacitación e higiene del personal involucrado en el sistema de producción, pero lo más importante es que los alimentos no representen un riesgo para la salud de los consumidores. La necesidad de asegurar la inocuidad de los alimentos es considerar todos los segmentos de la cadena alimentaria, donde cada elemento tiene potencial de influir sobre la inocuidad del producto, de esa manera es posible aplicar el principio de la seguridad de la granja a la mesa. (Figuroa, 2004)

2.8.1 Calidad físico-química de la leche

Física. La leche que excede los límites permisibles de metales y toxinas naturales no debe ser destinada para la elaboración de productos lácteos para el consumo humano. La leche debe estar libre de materia extraña que afecte la inocuidad del producto. El equipo usado en la obtención y proceso de leche y productos lácteos, debe estar diseñado de tal forma que prevenga la contaminación física del producto. Es recomendable usar filtros para la detección de materia extraña que pueda contaminar la leche. El equipo deberá ser inspeccionado para detectar alguna posible fuente de contaminación del producto por materia extraña que provoque o haga que el producto no sea inocuo. El producto contaminado con materia extraña debe ser aislado (Figuerola, 2004).

Química. La leche que tenga residuos de antibióticos u otros químicos de uso veterinario y que excedan los límites especificados por las normas sanitarias debe ser excluida de la venta al consumidor. Es importante evitar el riesgo de contaminación cruzada con otros químicos (refrigerantes, lubricantes, etc.) o con aquellos usados para la limpieza y sanitización del equipo. El manejo adecuado de productos contaminados debe ser de tal forma que no puedan contaminar o reintroducirse a la cadena productora (Agraz, 1984).

2.8.2 Características organolépticas de la leche de cabra

La leche de cabra es más blanca que la de vaca, a causa de no contener carotenos, que amarillean a esta última. Su olor es fuerte, como consecuencia de la absorción de compuestos aromáticos durante su manejo, generalmente inadecuado, con la presencia de machos en los lugares de ordeño, mala higiene de los establos al que queda expuesta la leche, tardanza en el filtrado y enfriamiento tras el ordeño; sabor y olor que por otro lado, se pueden eliminar en gran parte por un sencillo tratamiento de desodorización al vacío. Se piensa también, que las mayores concentraciones de los ácidos grasos cáprico, caproico y caprilico, de 6, 8 y 10 átomos de carbono, confieren a esta leche un sabor característico. Igualmente su mayor contenido en cloro y otros minerales vs. El de la leche de vaca, le dan un sabor ligeramente salobre (Borras, 1968).

Se diferencia también de la leche de vaca en que ésta es ligeramente acida, mientras que la de cabra es casi alcalina (pH 6,7), debido a su mayor contenido proteico y a las diferentes combinaciones de sus fosfatos (Saini *et al*, 1991).

En cuanto a su densidad oscila de 1,026 a 1,042, variación que en su mayor parte la explica el diferente contenido graso presente en la leche de cabra, y sobre la que también intervienen su contenido en sólidos no grasos. El punto de congelación de la leche de cabra está próximo a los $-0,590^{\circ}\text{C}$, más bajo que el de la de vaca ($-0,540^{\circ}\text{C}$), como consecuencia del mayor contenido en solutos de aquella (Borras, 1968).

2.8.3 Composición de la leche de cabra

Los componentes de la leche de cabra son sintetizados desde precursores presentes en el plasma sanguíneo, captados por las células de la glándula mamaria, como glucosa, acetato y ácidos grasos no esterificados, siendo estos usados para la síntesis de los componentes de la leche, o como substrato energético para dicha síntesis, dependiendo esta distinta forma de utilización del status nutricional del animal (Fehr *et al*, 1982).

Dependiendo de la raza de las cabras, condicionamientos genéticos del animal, alimentación, factores medioambientales, momento de la lactación, etc., existen variaciones en la composición de la leche. En lo concerniente a los componentes mayoritarios de la leche de cabra, su composición oscila entre los parámetros que se observen en el cuadro 6:

Cuadro 6. Composición de la leche de cabra (%)

| | |
|----------------------------|----------------------|
| Sólidos totales | 11.70 – 15.21 |
| Proteína (N x 6.38) | 2.90 – 4.60 |
| Grasa | 3.00 – 6.63 |
| Lactosa | 3.80 – 5.12 |
| Cenizas | 0.69 – 0.89 |
| pH | 6.41 – 6.70 |

Fuente: Boza *et al*, 1997.

En cuanto al porcentaje en grasa de la leche y su composición, depende principalmente de la genética del animal y, de la naturaleza y composición de la dieta que este recibe, ya que esta determina cambios en la fermentación ruminal, modificando la producción de los distintos ácidos grasos, y con ello el contenido en grasa de la leche. La modificación de la composición de la leche en los rumiantes es más difícil, que la de los animales monogástricos, debido al proceso de hidrogenación que en el rumen sufren la grasa de los forrajes y alimentos concentrados, incrementando el contenido de ácidos grasos saturados y reduciendo el de los esenciales en la leche. Las grasas protegidas, suministradas en

alimentos concentrados, que salvan el obstáculo del rumen, parece una buena estrategia para mejorar la calidad de la leche, aumentando el contenido de ácidos grasos poliinsaturados (Boza *et al*, 1997).

2.8.4 Proteína de la leche de cabra

Desde hace años se conocía, a través del análisis de la sangre que entra y sale de la ubre o por la transferencia de sustancias marcadas en la leche, que aminoácidos plasmáticos eran los precursores de los de la leche. Al respecto, en cabras se había demostrado, una extracción alta y constante de algunos aminoácidos, así como diferencias arteriovenosas débiles o variables para otros, encontrando también que la captación de todos los aminoácidos esenciales y de algunos no esenciales, son suficientes para justificar los correspondientes residuos aminoacídicos en las proteínas lácteas (Cuadro 7), mientras que otros ingeridos en cantidad insuficiente (serina y alanina), pueden ser parcialmente sintetizados en el tejido (Mephram *et al*, 1966).

Cuadro 7. Composición aminoacídica de la leche de cabra

| Aminoácidos | (%) | Aminoácidos | (%) |
|-------------|-------|--------------|------|
| Cistina | 1.14 | Alanina | 4.75 |
| Metionina | 3.42 | Arginina | 2.92 |
| Triptófano | 7.64 | Tirosina | 3.59 |
| Aspartico | 6.53 | Valina | 6.60 |
| Glutamico | 22.08 | Fenilalanina | 5.84 |
| Serina | 5.58 | Isoleucina | 5.30 |
| Histidina | 3.55 | Leucina | 7.72 |
| Glicina | 2.41 | Lisina | 6.42 |
| Treonina | 5.01 | | |

Fuente: Boza *et al*, 1997.

La leche de cabra contiene alrededor de 5,2 gramos de nitrógeno por kilogramo, que se convierten en 33,2 g de proteína. Las proteínas mayoritarias de la leche de cabra son las caseínas que se caracterizan porque precipitan a pH 4,6; las que permanecen en solución a dicho pH son las del lactosuero, formadas por α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, albúmina, inmunoglobulinas, péptidos y otras proteínas menores, algunas con carácter enzimático. Como componentes de la proteína láctea existen seis productos genéticos de la glándula mamaria de carácter mayoritario: as1-caseína, as2-caseína, p-caseína, K-caseína, β -

lactoglobulinas y α -lactoalbúminas, todos los cuales exhiben polimorfismo genético puesto que son productos de genes autosomales, alélicos, codominantes (Swaisgood, 1993).

En el fraccionamiento de las caseínas y proteínas del lactosuero se aprecian importantes diferencias con respecto a la leche de vaca, como se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Contenido relativo de las proteínas lácteas sobre el total de las mismas

| Proteína | Cabra (%) | Vaca (%) | Proteína | Cabra (%) | Vaca (%) |
|--------------------|-----------|----------|-------------------------|-----------|----------|
| α 1-caseína | --- | 30.6 | β -lactoglobulina | 15.5 | 9.8 |
| α 2-caseína | 23.5 | 8.0 | α -lactoalbumina | 7.1 | 3.7 |
| β -caseína | 45.0 | 28.4 | Albumina sérica | 3.4 | 1.2 |
| k-caseína | 5.6 | 10.1 | Inmunoglobulinas | --- | 2.1 |

Fuente: Boza *et al*, 1997.

2.8.5 Carbohidratos de la leche de cabra

El carbohidrato mayoritario de la leche de cabra es la lactosa, conteniendo pequeñas cantidades de monosacáridos y oligosacáridos. En cuanto al nivel de su contenido (3,8 a 5,12%), es similar al de la leche de vaca e inferior al existente en la de la mujer (7,41%). La lactosa es un disacárido, formado por D-galactosa y D-glucosa, que solo se encuentra en la leche. Por su carbono anomérico (carbonílico) del residuo de glucosa puede reducirse, siendo de acuerdo con un disacárido reductor (Lehninger *et al*, 1993).

Las dos formas isómeras de la lactosa α y β se hallan en equilibrio en la leche, con una cuantía del 38% de α -lactosa y el 62% de β -lactosa o los 2/3 de la lactosa de la leche, conociéndose desde hace muchos años, que la β -lactosa favorece la formación de una flora intestinal acidófila (*L. bifidus*), mientras que la α -lactosa induce a un medio alcalino (*E. coli* y *enterococos*). (Malyoth *et al*, 1939),

Las lactasas, imprescindibles para la hidrólisis de la lactosa en glucosa y galactosa, sean de origen intestinal o microbiano, producen β -d- galactosidasas que sólo pueden actuar sobre los β -galactósidos, y entre ellos la β -lactosa. Por ello cuanto más elevada sea en la leche la proporción de β -lactosa, más fácil será el ataque microbiano para su posterior absorción. A medida que la β -lactosa va desapareciendo por la hidrólisis y la absorción, la α -lactosa se irá transformando en β para restablecer el equilibrio natural. Esta transformación es lenta y, a medida que vaya disminuyendo el contenido intestinal de lactosa, lo será más, quedando

una parte de la α -lactosa que no tendrá tiempo de transformarse en β , pasando al intestino grueso donde el proceso continuará. La ingesta de productos lácteos con elevadas proporciones de α -lactosa, determina alteraciones en el equilibrio α/β , siendo causas de trastornos en la absorción de este carbohidrato (Borras, 1968).

2.8.6 La grasa de la leche de cabra

El porcentaje en grasa de la leche de cabra (4,81), suele ser superior al de la vaca (3,38), existiendo grandes diferencias en relación a esta, en lo que concierne a la estructura física y perfil químico de la grasa. El tamaño de la micela o glóbulo graso de la leche de cabra es por término medio de 3,5 μ , con un alto porcentaje de glóbulos con diámetros de 1,5 a 3 μ , considerablemente inferior a los que presenta la leche de vaca (4,5 μ). Este menor tamaño de los glóbulos de grasa de la leche de cabra, le proporcionan una emulsión fina y más uniforme, lo cual influye favorablemente en su digestibilidad (Stark, 1988).

Desde el punto de vista tecnológico, la fina membrana de los glóbulos grasos de esta leche, parece más frágil, lo que hace más vulnerable la grasa a la lipólisis y al desarrollo de aromas típicos de la cabra asociados con sus ácidos grasos volátiles. También encuentran que la membrana de los glóbulos de grasa de la leche de cabra, resulta más frágil que la de vaca, lo que estimaron como beneficioso en cuanto a la prevención del enranciamiento de su grasa (Patton *et al*, 1980).

2.8.7 pH de la leche de cabra

La leche es de característica cercana a la neutra. Su pH puede variar entre 6.40 y 6.70. Valores distintos de pH se producen por deficiente estado sanitario de la glándula mamaria, por la cantidad de CO₂ disuelto; por el desarrollo de microorganismos, que desdoblan o convierten la lactosa en ácido láctico; o por la acción de microorganismos alcalinizantes. El pH de la leche debe ser controlado desde el momento de la recolección hasta la entrega del producto, ya que es un indicador válido de sus condiciones higiénicas. El valor normal está en torno a 6.55. Valores inferiores a pH 6.4 pueden indicar una infección en el animal, que puede ser grave si el pH es inferior a 6.2 (Industrias alimentarias, 2008).

La leche usada para la producción de quesos debe ser de óptima calidad y su pH puede variar de 6.40 y 6.70, según el tipo de queso que se debe obtener. El pH también se controla durante la elaboración y maduración de los quesos. Valores de pH comprendidos entre 6.25

y 7.00 garantizan una ralentización del crecimiento de los agentes patógenos en los quesos frescos. Asimismo, el control del pH es muy importante durante las diferentes fases de elaboración de la mantequilla, cremas y quesos tipo fresco. Por ejemplo, la nata se enfría tras la pasteurización o a un valor que debe ser muy preciso. El valor del producto terminado debe ser de pH 6.60 aproximadamente, que en algunas condiciones puede necesitar aditivos. Un valor entre 6.30 y 7.00 del producto terminado garantiza una mayor conservación (Industrias alimentarias, 2008).

2.8.8 Acidez en la leche de cabra

El ácido láctico es el principal compuesto de los que confieren acidez a la leche. Esta producido en los músculos en condiciones determinadas. Este ácido es producto de la fermentación de la lactosa, con la relación siguiente: 1mol de glucosa equivale a 2mol de ácido láctico. De ahí, que cuando una leche se acidifica, disminuya su contenido en lactosa, ya que es esta la que se convierte en ácido láctico. Esta descomposición se llama glicólisis (Nasanovsky, 2001).

Se entiende por acidez en la leche natural, certificada, higienizada y esterilizada el contenido aparente en ácidos, expresado en g de ácido láctico por 100 ml de leche. Una leche fresca posee una acidez de 0.15 a 0.20%. Esta acidez se debe en un 40% a la anfoterica, otro 40% al aporte de la acidez de las sustancias minerales, CO₂ disuelto y acidez orgánicos; el 20% restante se debe a las reacciones secundarias de los fosfatos presentes (Nasanovsky, 2001).

Una acidez menor al 15% puede ser debido a la mastitis, al aguado de la leche o bien por la alteración provocada con algún producto alcalinizante. Una acidez superior al 20% es producida por la acción de contaminantes microbiológicos. (La acidez de la leche puede determinarse por titulación con Na OH 10N o 9N) (Nasanovsky, 2001).

2.8.9 Minerales y vitaminas en la leche de cabra

El contenido en minerales de la leche de (Cuadro 9) varía entre 0,70 y 0,85%, siendo ligeramente superior al de la leche de vaca (French, 1970).

Cuadro 9. Composición mineral de la leche de cabra.

| Minerales | Cabra | Minerales | Cabra |
|-----------|-------|-----------|-------|
| Ca, mg/l | 1304 | Fe, mg/l | 0.7 |
| P, mg/l | 1080 | Cu, mg/l | 0.4 |
| Cl, mg/l | 1566 | Zn, mg/l | 4.8 |
| Na, mg/l | 488 | Se, µg/l | 13.3 |

Fuente: Boza *et al*, 1997.

Uno de los principales aspectos por los que la leche se considera un alimento excepcional, por los minerales que aporta, particularmente calcio altamente biodisponible, así como el fósforo en la relación más idónea para su absorción (Ca/P entre 1,0-1,5). Sobre las que interviene las necesidades del organismo, cantidad suficiente de proteína en la dieta, la acción de la vitamina D (1.25 dihidroxicolecalciferol), así como las interferencias que pueden ocasionar algunos compuestos procedentes de alimentos vegetales (fitatos, oxalatos o integrantes de la fibra), o la presencia de algunos minerales en la dieta (cobre, manganeso, zinc, etc.). Las necesidades de calcio para adultos es de 800 mg/día, cantidades que pueden llegar a 1200 mg en el crecimiento de los adolescentes, durante la gestación y lactación (NRC, 1980).

La leche de cabra contiene niveles más altos de vitaminas del grupo B (Cuadro 10), que la leche de vaca, especialmente de riboflavina, con la salvedad de que las concentraciones de vitaminas B6 y B12 son más bajas. En cuanto a la concentración de folato en la leche de cabra, se mostró que es usualmente baja (21,9 nmol/litro) versus, al existente en la de vaca (142,8) o frente a la leche humana (113,7 nmol/litro), aunque la de cabra contiene folato unido a proteínas (12 µg/ml), lo cual hace que se detecte un menor contenido en este nutriente que el que aparece en la leche de vaca, así como que el folato de la leche de cabra no se ve afectado por la pasteurización, cosa que si sucede con el presente en la leche de vaca. Una característica importante de la leche de cabra es su elevado contenido en vitamina A y, a diferencia de la leche de vaca, no contiene precursores de esta vitamina, ésta se presenta como tal (Donnelly-Vanderloo *et al*, 1994).

Cuadro 10. Composición vitamínica de la leche de cabra.

| Vitaminas | Cabra | Vitaminas | Cabra |
|-----------------------|-------|-------------------------|-------|
| A, UI/l | 2,030 | Acido ascórbico, mg/l | 12.6 |
| D, µg/l | 0.6 | Acido pantotenico, mg/l | 3.0 |
| E, mg/l | --- | B ₆ , mg/l | 0.5 |
| K, µg/l | 12 | B ₁₂ , µg/l | 0.7 |
| B ₁ , mg/l | 0.5 | Acido fólico, µg/l | 6 |
| B ₂ , mg/l | 1.4 | Colina, mg/l | 150 |
| Niacina, mg/l | 2.7 | Inositol, mg/l | 210 |

Fuente: Boza *et al*, 1997.**2.8.10 Alergias e intolerancia a la leche**

Los síndromes de malabsorción, cualquiera que sea su etiología, afectan severamente a la estructura y función del intestino, provocando el aumento de paso de macromoléculas (proteínas) procedentes del alimento, por vía paracelular, hacia la circulación sistémica, donde son reconocidas como proteínas extrañas al organismo causando un fenómeno de alergia, secundario al proceso de malnutrición o malabsorción. La intolerancia alimenticia se define como una reacción adversa y reproducible a un alimento o ingrediente alimentario específico, englobando una gran diversidad de patologías, las cuales pueden dividirse en las no mediadas por mecanismos inmunológicos, y en las que interviene el sistema inmune, conociéndose estas últimas como reacciones alérgicas. La proteína de la leche de cabra muestra unas diferencias significativas en cuanto a su composición aminoacídica, respecto de la de vaca y otras especies, diferencia de composición en la que se basa su buen comportamiento en personas con problemas de alergias a la leche de vaca. (Boza *et al*, 1997).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del estudio

La investigación se llevó a cabo en la granja caprina “La Cabaña del Rincón”, ubicada en Finca Pretoria, Cantón Taltapanca, municipio de Apaneca, Departamento de Ahuachapán, siendo sus coordenadas geográficas: 13°, 51', 29.71'' Latitud Norte y 89°, 48', 11.21'' Latitud Oeste, con una elevación de 1467 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura anual promedio de 19 °C, humedad relativa del 75% y precipitación pluvial de 1070 mm. Anuales.

3.2 Descripción del estudio

La investigación tuvo un periodo de duración de 48 días durante la época seca (febrero – marzo) para probar la suplementación del alimento con harina de baja leche, para probar que este influye en el aumento de la producción lactea. Las unidades experimentales utilizadas fueron 12 cabras lecheras encastadas con la raza Saanen de aproximadamente 2 años de edad y de segundo parto y en peso promedio de 28 kilogramos en periodo de producción y recibiendo un ordeño manual diario del cuidador.

Durante el experimento no se alteró el manejo que reciben las cabras, el cual consistía en un ordeño manual a las 7:00 a.m. en una plataforma de ordeño, todo el proceso de ordeño era realizado por un cuidador, en cada una de las cabras por un periodo promedio de 4 minutos. Posterior al ordeño manual se trasladaban a los corrales para amamantar a las crías durante una hora, al terminar esta hora se llevaban a pastorear durante 7 horas, a campo abierto donde consumían vegetación nativa característica de la zona. Y por la tarde, fueron trasladadas a los corrales para amamantar a las crías durante una hora, al finalizar la hora se separaban las crías, y se dejaban a las cabras en un corral hasta el siguiente día.

Previo al inicio del estudio, se realizó una toma de muestra sanguínea (Anexo 6) y una prueba de California Mastitis Test (CMT) para asegurar que las cabras en estudio tuvieran un estado de salud adecuado (Anexo 9). La muestra de sangre se transportó en tubos con anticoagulante (EDTA) hacia un laboratorio clínico donde se le practicó un hemograma.

La planta Baja Leche fue obtenida de los viveros de CALMA ubicados en Metapan, el cultivo presentaba un año de haber sido cultivado. Luego del corte se procedió al lavado y eliminación de raíz y flor; hojas y tallos fueron desecadas a la sombra durante 7 días y

posteriormente introducidas a estufa de aire circulante ubicada en el departamento de química agrícola, por 24 horas a 450°C. A continuación fueron pulverizadas en molino de disco artesanal y posteriormente eran pesadas las raciones respectivas y adicionados a la ración de concentrado que le correspondió diariamente a cada cabra.

3.3 Metodología de campo

La investigación de campo inició con la selección e identificación de los doce animales a ser utilizados, fueron monitoreados durante 7 días previos al inicio de la fase experimental. Se realizó un periodo de adaptación de 4 días antes de la implementación de cada uno los tratamientos según las especificaciones del diseño experimental de cuadro latino modificado.

Los tratamientos se administraron en cuatro periodos, comenzando con una fase de adaptación de 4 días; en el primer periodo se administró durante 5 días el tratamiento testigo (A) a las 12 cabras en estudio, luego se dejó un periodo de descanso de 5 días durante los cuales no se administró ningún tratamiento, posterior a estos 5 días se inició un segundo periodo de adaptación de 4 días y se administró el tratamiento B por 5 días; al finalizar el segundo periodo se inició un nuevo descanso de 5 días y 4 de adaptación para poder iniciar la tercera fase de administración del tratamiento C durante 5 días, así se continuó con una tercera fase de descanso de 5 días y 4 de adaptación para el cuarto periodo donde se administró el tratamiento D por 5 días consecutivos, para dar un total de 48 días (Anexo 10).

3.3.1 Toma de datos

Durante cada periodo de administración de los tratamientos se midió la producción láctea diaria del ordeño durante 4 minutos a cada una de las cabras en estudio, fue pesado en un recipiente graduado en gramos con una balanza semianalítica. Al finalizar el cuarto día de administración de cada tratamiento se tomaron dos muestras de leche de cada cabra para realizar los análisis de las variables físico-químicas. Posteriormente se analizaron los datos bajo el diseño de cuadro latino modificado.

Las cabras de las que se tomó las muestras lácteas fueron sorteadas al iniciar el estudio y se mantuvieron durante todo el experimento. Las muestras lácteas fueron transportadas a los Laboratorios Especializados en Control de Calidad en San Salvador (LECC) para el análisis de proteína, a CENSALUD para los análisis de acidez y pH (Anexo 15), y a los laboratorios de Química Agrícola en la Facultad de Ciencias Agronómicas para analizar grasa; las

muestras se trasladaron en recipientes de vidrio limpios, los cuales se mantuvieron a baja temperatura con ayuda de hielo para mantener la cadena de frío y así asegurar la integridad de las muestras.

3.3.2 Tratamientos

A los animales se les alimentó con su ración diaria normal 454 gramos (1 libra) de concentrado diario más pastoreo), a la cual se le suplementó con diferentes niveles de *E. lancifolia*. Los tratamientos fueron constituidos de la siguiente manera:

A: 454 gramos de concentrado + pastoreo

B: 454 gramos de concentrado + pastoreo + 32 gramos de *E. lancifolia*.

C: 454 gramos de concentrado + pastoreo + 48 gramos de *E. lancifolia*.

D: 454 gramos de concentrado + pastoreo + 64 gramos de *E. lancifolia*.

3.3.3. Muestreo

Para las variables pH, grasa, acidez y proteínas se tomaron dos muestras de leche de cada tratamiento para cada cuadro latino (12 muestras por periodo) de 500 ml (Anexo 2) de leche por cada tratamiento, se sortearon las cabras a ser muestreadas al inicio del experimento. Los datos para la variable volumen se tomaron diariamente y posterior a ello se sacó un promedio por cada periodo de investigación, estos datos se obtuvieron de la producción diaria de cada una de la cabras en investigación, midiéndolo con la ayuda de un recipiente plástico pesado en una balanza semianalítica. (gramos.).

3.4 Metodología de Laboratorio

Se utilizaron diferentes pruebas de laboratorio para cada una de las variables: pH, acidez, proteínas y grasa. La muestra de leche fue dividida dependiendo de la necesidad de cada una de las pruebas.

3.4.1 Determinación de Acidez

Se analizó en una volumetría ácido-base sencillo, en la que se valoró la acidez de la leche, expresada en porcentaje de ácido láctico por 10 ml de leche, en presencia de fenolftaleína. La muestra de leche se tituló con una solución de 0.1N de un álcali como hidróxido de sodio ya que cada mililitro de una solución de 0.1N de NaOH neutraliza un ml de una solución de ácido láctico, el resultado del análisis se expresó en % de acidez titulable (Anexo 3).

3.4.2 Determinación de Proteína

La proteína se analizó por el método Kjeldahl y los resultados se expresaron en % de Proteína. Este método consiste en la destrucción oxidativa de los componentes de la muestra, por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado. El material orgánico se oxida a anhídrido carbónico (CO₂) y anhídrido sulfuroso (SO₂), mientras que el nitrógeno queda retenido como sulfato de amonio ((NH₄)₂SO₄); Anexo 3. Posteriormente por calentamiento del sulfato de amonio en presencia de un exceso de hidróxido de sodio es transformado en amoniaco el cual se destila sobre un ácido estándar débil para formar la respectiva sal amónica. Al final se titula con una solución ácida estandarizada. El proceso se acelera mediante catalizadores como, Oxido de mercurio, Cobre, Mercurio metálico, Selenio. El sulfato de potasio anhidro se agrega para elevar la temperatura de ebullición del ácido sulfúrico (Facultad de Bioanálisis, 2008).

3.4.3 Determinación de Grasa

La variable grasa se determinó por el Método de Babcock, los resultados se expresaron en % de grasa. Este método se basa en mezclar la leche con el ácido sulfúrico lentamente y en proporción correcta y con ácido acético para hidrolizar la proteína, liberar la grasa en estado de emulsión y dejar que suba libremente. Se aplica fuerza centrífuga para que la grasa se vea forzada a acumularse en el cuello de la botella, especialmente por la acción de la temperatura y la diferente densidad entre la grasa y el resto de la leche. (Anexo 3.)

3.4.4 Determinación de pH

La variable pH se tomó con ayuda del potenciómetro, el cual mide la concentración de iones hidrógeno en una muestra (Anexo 3) (Facultad de Bioanálisis, 2008).

3.5 Metodología Estadística.

Se realizó el estudio bajo el diseño de Cuadro Latino Modificado y se utilizó una prueba estadística de Contrastes Ortogonales, por ser el que mejor se apegó al experimento, se contó con 4 Tratamientos, las 12 cabras fueron las Columnas, las Hileras fueron los periodos de tiempo, además se contó con tres cuadros latinos simultáneos 4x4 para así obtener un grado de confiabilidad adecuado, se trabajó con un grado de significancia del 5%. La hipótesis a probar es la Hipótesis alterna (H_i), y fue aquella en la que el investigador sostiene que es afirmativo el experimento (Canavos, 1998). El diseño se utiliza cuando las unidades

experimentales son pocas y consiste en dividir el número de unidades experimentales en tantos cuadros latinos como sea necesario y son estudiados y analizados de manera simultánea; posterior a esto, los tratamientos son sorteados de tal manera que ningún tratamiento se repita más de una vez en cada hilera y en cada columna, pero si se pueden repetir entre cada uno de los cuadros latinos. Muchas veces el diseño de campo de un cuadro latino en estudios con animales no es importante, pues la posición de la unidad experimental dentro de cada columna no afecta los tratamientos, y el sorteo de tratamientos se utiliza solo para efectos de análisis.

Los tratamientos estudiados fueron:

A: 454 gramos de concentrado + pastoreo

B: 454 gramos de concentrado + pastoreo + 32 gramos de *E. lancifolia*.

C: 454 gramos de concentrado + pastoreo + 48 gramos de *E. lancifolia*.

D: 454 gramos de concentrado + pastoreo + 64 gramos de *E. lancifolia*.

Las variables estudiadas fueron: producción láctea (gramos), grasa (%), pH, proteína (%) y acidez (%); las que se analizaron por medio del diseño estadístico de cuadro latino simultáneo.

3.6 Metodología económica.

Para el análisis económico del experimento se utilizó un análisis comparativo parcial de costos brutos versus ingresos brutos, con la finalidad de poder concluir sobre el beneficio bruto de la suplementación de *Euphorbia lancifolia* en la alimentación de cabras lecheras y se contrastó con la cantidad de leche producida y la producción normal.

La referencia del análisis económico parcial se basó en los precios de venta de la leche (\$ 2.00 por litro) de la granja en estudio, con los aspectos tratados anteriormente se pudo determinar una relación beneficio/costo parcial. (Anexo 13)

4. RESULTADOS Y D

4.1 Volumen lácteo

Al iniciar la fase experimental durante la etapa en consistía en 545 gramos de concentrado + pasto 112.43 gramos/día/cabra de leche; luego al aplicar contenían la suplementación con *Euphorbia lanc* gramos respectivamente; se obtuvo un aumento de láctea conforme los niveles de suplementación fue tratamiento D una producción de 216.23 gramos aumento del 92.33% en la producción de leche, c respectivo (Figura 7).

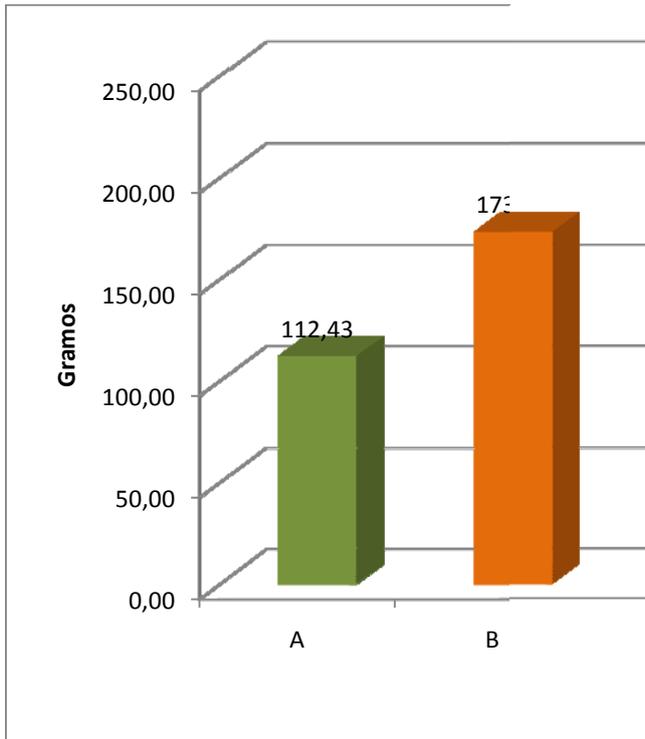


Figura 7. Producción láctea medida en gramos/día