

**EVALUACIÓN DE UN LACTOREEMPLAZANTE CON SEMILLA DE
GIRASOL Y HARINA DE SOYA EN LA CRIANZA ARTIFICIAL DE CABRITOS**

LEIZZA DOLORES VELÁZQUEZ TORRES

T E S I S

Presentada como requisito parcial para

Obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

EN ZOOTECNIA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIRECCIÓN DE POSTGRADO

PROGRAMA DE ZOOTECNIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

25 de Junio de 2010

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIRECCION DE POSGRADO

EVALUACIÓN DE UN LACTOREEMPLAZANTE CON SEMILLA DE GIRASOL
Y HARINA DE SOYA EN LA CRIANZA ARTIFICIAL DE CABRITOS

TESIS
POR
LEIZZA DOLORES VELÁZQUEZ TORRES

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada
como requisito parcial, para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN ZOOTECNIA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal _____
Dr. Fernando Ruiz Zarate

Asesor _____
Dr. Ramón F. García Castillo

Asesor _____
Dr. Ramiro López Trujillo

Asesor _____
Dr. Roberto García Elizondo

Asesor _____
Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Director de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. 25 de Junio de 2010

Agradecimientos

A Dios

Por ponerme en el lugar, tiempo y camino correcto. Gracias.

A mis Padres y Hermano

Por su apoyo, cariño y estímulo de ser mejor cada día.

A mi esposo

Miguel Ángel por darme apoyo, ánimo y amor para terminar este proyecto.

A mi bebe Amelie

Por ser la luz de mi vida y lo mejor que he hecho.

A mis Asesores

Por su amistad y por aceptar trabajar conmigo y apoyarme en el transcurso de esta investigación.

Dr. Fernando Ruíz Zarate

Dr. Ramón F. García Castillo

Dr. Ramiro López Trujillo

Dr. Roberto García Elizondo

Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

A los Técnicos Académicos

Gracias por su ayuda y amistad para el desarrollo de esta investigación.

LCN Laura Marisela Lara López – Laboratorio Producción Animal

Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel – Laboratorio Nutrición Animal

IAZ Ma. De Lourdes Hernández Hernández – Laboratorio Fisiotecnia

A la Unión de Caprinocultores del Estado de Guanajuato.

Quesos Oly, Familia Oliveros (Apaseo el Grande, Guanajuato)

Curriculum vitae

Formación Académica

Estudios Medios Superiores: Preparatoria La Salle del Pedregal: 1998 - 2001

Estudios Superiores: Universidad de La Salle Bajío: 2002 – 2007

Docencia

Hospital General de México, Departamento de Cirugía Experimental,

Ayudante de Profesor, 2006, México D.F.

Congresos

1. Primeras Jornadas Veterinarias Lasallistas, 05 al 08 de Mayo del 2003, Universidad de La Salle Bajío, León Gto., México
2. VIII Congreso de Medicina Veterinaria en Pequeñas Especies del Bajío (AMMVEPE), 06 – Septiembre del 2003, León Gto., México
3. Segundas Jornadas Veterinarias, 07 de Mayo del 2004, Universidad De La Salle Bajío, León Gto., México
4. Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos, (AMVEC),
5. XL Congreso Nacional , 13 al 17 de Julio del 2005, León Gto., México
6. X Congreso Veterinario de León, 24 al 27 de Agosto del 2005, Poliforum, León Gto., México
7. XI Congreso Veterinario de León, 06 al 09 de Septiembre del 2006, Poliforum, León Gto., México
8. Primer Congreso Nacional de Medicina Veterinaria, 19 al 18 de Octubre del 2006, León Gto., México
9. XII Congreso Veterinario de León, 05 al 09 de Septiembre del 2007, Poliforum, León Gto., México.

10. Développement International Agricole et Rural. “Alimentación, Gestación, Reproducción y Selección de Crías de Caprinos”. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila del 3 al 6 Febrero del 2009.
11. XI Reunión Nacional del Grupo Norte-Mexicana de Nutrición Animal. “Actualización en Nutrición Animal e Inocuidad” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila del 7 al 9 de Octubre del 2009.

Simposios

1. Mitos y Realidades de las micotoxinas en cerdos, 14 de Julio de 2005, AMVEC, Poliforum, León Gto., México
2. Segundo Simposio de Actualización profesional MERIAL, 08 de Septiembre del 2006, CVDL, León Gto., México.
3. Tercer Simposio de actualización Profesional Merial, 08 de Septiembre del 2007, CVDL, León Gto., México.
4. “1er. Simposio Internacional de Ganado Bovino Productor de Carne”. Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”. Ciudad de Zacatecas Zac., Del 7 al 9 Mayo del 2008.
5. “5to. Simposio Internacional de Pastizales”. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila del 27 al 29 Agosto del 2008.
6. “Simposio de Bioseguridad e Inocuidad en Bovinos”. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Cd. Guadalupe, NL. 3 y 4 de Junio del 2009.

Talleres

1. Secretaria de Salud Del Estado De Guanajuato, Apoyo a la Semana de Esterilización de Perros y Gatos, del 06 al 11 de Marzo del 2005, León Gto., México
2. Universidad de La Salle Bajío, Taller de Inseminación Artificial en Ganado Bovino, 04 de Octubre del 2006, León Gto., México.

Servicio

1. Voluntario, Servicio Social, Cruz Roja Delegación León Gto., 01al 13 de Abril 2003.
2. Campaña de Vacunación Antirrábica, León Gto., 2004 y 2005
3. Servicio Social Profesional, Servicio de Cirugía Experimental, Hospital General de México, 15- Diciembre del 2006 al 15 de Junio del 2007, México D. F.

Cursos

1. Academia Veterinaria Mexicana A.C., IMAGENOLOGÍA en Pequeñas y Grandes Especies, Universidad De La Salle Bajío, 30 de Junio y 1º. Octubre del 2002, León Gto., México.
2. Secretaria de Salud, Hospital General de México, “Curso Continuo de Cirugía Veterinaria en Oftalmología”, 29 de Enero al 02 de Febrero del 2007, México, D.F.
3. Integradora Central de Servicios Agropecuarios SA de CV, 29 Curso de Inseminación Artificial, 21 al 25 de Marzo del 2007, Lagos de Moreno Jal.
4. SAGARPA, Reconocimiento de las principales enfermedades exóticas de los animales, los sistemas y planes de emergencia; Universidad de La Salle Bajío, del 08 al 10 de Mayo del 2007, León Gto., México.
5. II, III, Curso de Actualización en el Proceso Sanitario de la Carne para Consumo Humano, 5 al 7 de Junio de 2007; Universidad De La Salle Bajío; León Gto, México.
6. Desarrollo de Programas de Inocuidad, Sistema de Análisis de peligros y puntos de control críticos (HACCP); Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco Edo. De México, 8-10 Octubre 2007.
7. Diagnostico y control de Mastitis: Un pilar para la calidad de leche; Universidad Autónoma Metropolitana, Campus Xochimilco, México, D.F., 15-19 Octubre 2007.

8. HACCP Avanzado, Verificación y Validación de HACCP, Curso-Taller, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco Edo. De México, 15-16 de Noviembre 2007.
9. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. “Técnicas Reproductivas Avanzadas en Ovinos” Saltillo, Coahuila el 8 y 9 de Octubre del 2009.

Experiencia Profesional

1. Manejo de BIOTERIO en Hospital General de México (Dr. Pasteur #93, Col Doctores), Por 6 meses, México, D.F.
2. Técnico Inseminador de ganado Bovino en Rancho San Antonio Del Monte (Domicilio Conocido, León Gto., México).

Publicaciones

1. Evaluación de Ingredientes para formular sustituto lácteo para cabritos. Modalidad cartel XI Reunión Nacional del grupo Norte – Mexicano de Nutrición Animal (GNMNA) Saltillo Coahuila, México 7-9 Octubre 2009.

Exámenes

1. Aprobación de examen Ceneval para la titulación de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de La Salle Bajío. Leon Gto., México Junio 2007.

COMPENDIO

EVALUACIÓN DE LACTOREEMPLAZANTE PARA CABRITOS CON SEMILLA DE GIRASOL Y HARINA DE SOYA

Por

Leizza Dolores Velázquez Torres

MAESTRIA EN CIENCIAS

EN ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA. 25 de JUNIO 2010

Fernando Ruiz Zarate -Asesor-

Palabras clave: Cabritos Saanen, crianza y/o lactancia artificial, sustituto de leche, lactorreemplazante.

Ante la necesidad de los productores por optimizar las técnicas de crianza de cabritos, surge la idea de desarrollar sustitutos lácteos que apoyen los métodos de crianza y la comercialización de la leche de cabra, motivo por el cual se desarrollo un sustituto lácteo para cabritos y se comparo con la leche materna y un sustituto comercial.

Se emplearon 15 cabritos de la raza Saanen los cuales fueron equitativamente distribuidos en 3 tratamientos: Sustituto formulado (SD) a base de semilla de girasol (*Helianthus annuus*) y harina de soya (*Glycine max*),

Sustituto comercial (SC) y Leche materna (LM) en un periodo de crianza de 49 días en confinamiento con el fin de probar si el sustituto formulado es adecuado para la crianza artificial. El sustituto formulado (SD) se balanceo de acuerdo a los requerimientos de los cabritos en etapa lactante y se compone de la siguiente manera: harina de soya (*Glycine max*) (230g), semilla de girasol (*Helianthus annuus*) (190g); lecitina de soya (100g), y leche en polvo (480g), la disolución fue hecha con 125g de polvo en 1L de agua a 36°C; el sustituto comercial se disolvió de acuerdo a la etiqueta (150g/900ml a 36°C).

Los mayores incrementos de peso fueron para LM con 128 vs SC 109 y SD 99 g/d. Las diferencias entre tratamientos fueron significativas ($P=0.003$). El mayor consumo de leche fue para LM con un promedio por animal por día de 761.65 ml, a diferencia de SD 685.93 ml y 679.24 ml de SC respectivamente. El consumo de leche entre sustitutos es cercano, lo que se interpreta como bueno para el sustituto a base de girasol y soya, las diferencias entre tratamientos fueron significativas ($P<0.0001$). De la misma manera el consumo de alimento sólido para los tres tratamientos no fue diferente ($P=0.07$). En la conversión alimenticia no hubo diferencia entre tratamientos ($P=0.11$), pero sí entre semanas de tratamiento ($P<0.0001$). Las conversiones alimenticias promedio fueron para LM 1.46, SC 1.61 y para SD 1.30 kg MSt/kg AP.

En cuanto al análisis químico de los ingredientes empleados para la elaboración del sustituto a base de girasol y soya se encontró que el contenido de proteína en la harina de soya fue del 50% y 24.1% para la semilla de girasol. Además, la semilla entera de girasol tiene alto valor energético (44% de grasa), y buen contenido de fibra (11.5 %). La lecitina de soya presentó un 13% de grasa en comparación con el 3.5 % para la harina de soya.

ABSTRACT

**EVALUATION OF A MILK REPLACER WITH SUNFLOWER SEED AND
SOY BEAN MEAL IN ARTIFICIAL KID GOATS RASING**

By

Leizza Dolores Velázquez Torres

MASTER OF SCIENCE

IN ZOOTECHNY

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA. 25 JUNE 2010

Fernando Ruiz Zarate -Advisor-

Key Words: Saanen Kid goat, artificial kid goat raising, kid goat milk replacer.

The search for new animal feedings technologies leads us to develop feed sources that meet animal nutrient requirements, in this specific case of kid goat, given the need of producers to efficient breeding techniques, there is the idea of developing milk replacers to support dairy farming methods to increase the production of dairy goats. Because of the former a milk replacer for kids was developed and compared with natural goat milk and a commercial milk replacer.

Saanen kids goat (n=15) were equally distributed in three raising pen-

feed methods of treatments: developed milk replacer (DMR) based on sunflower seed meal and soy bean meal; a commercial milk replacer (CR) and doe milk (DM) as the control (DM) during 49 day, to test the acceptance of DMR by kid goats and their performance.

The developed milk replacer was balanced to cover the requirements of kid goats in milking age using the ingredients in this proportion: soy bean meal (*Glycine max*) (230g), sunflower seed meal (*Helianthus annuus*) (190g), lecithin (100g) and dry milk (480g). Both substitutes were dissolved in hot water at 36°C to be consumed by the kids following this instructions (CR) 150g/900ml and (DMR) 125g/1000ml.

The highest (ADG) was for treatment 3(DM) followed by and 128 g/d vs. 109 g/d (CR) and 99 g/d of substitute developed. Differences between treatments were significant ($P=0.003$). The increased milk consumption was observed in treatment 3(DM) with an average per animal per day 761.65 ml, 685.93 ml unlike of treatment 1(DMR) being equal to treatment 2(CR) with 679.24 ml. The consumption of milk is close substitutes, which is interpreted as good for the substitute ever developed, the differences between treatments were significant ($P<0.0001$).

Similarly the consumption of solid food for the three treatments wasn't different ($P=0.003$). The feeding efficient conversion wasn't significant between treatments ($P=0.15$). The average for treatments were (DMR) 1.46, (CR) 1.61 and (DM) 1.30 kg DMI/kg W.

As the chemical analysis of the ingredients used to prepare the substitute developed (DMR) showed that the protein content in soybean meal was 50% and 24.1% for sunflower seed meal. In addition, whole sunflower seed is high in energy (44% fat), and good fiber content (11.5%). Soy lecithin presented a 13% fat compared to 3.5% for soybean meal.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
	OBJETIVOS.....	3
2.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
	Importancia del calostro en el desarrollo de los cabritos	4
	Importancia de la leche en la alimentación del cabrito.....	4
	Tipos de crianza	5
	Relación Madre-Hijo.....	6
	Crianza Artificial.....	9
	Uso de Sustitutos Lácteos.....	12
	Desarrollo y crecimiento del sistema digestivo de los rumiantes.....	13
	Respuesta Fisiológica.....	15
	Digestión en el Neonato	16
	Elaboración del Sustituto Lácteo Desarrollado.....	18
	Hipótesis.....	19
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
	Laboratorio	20
	Campo.....	21
	Variables Evaluadas y Análisis Estadístico.....	24
4.	RESULTADOS	25
	Laboratorio	25
	En el campo	26
5.	DISCUSIÓN.....	31
	Pesos de los cabritos durante la crianza artificial	31
	Ganancia diaria de peso.....	32
	Conversión alimenticia.....	32
	Consumo líquido.....	33
	Consumo sólido	34
6.	CONCLUSIONES	35
7.	RESUMEN.....	36
8.	LITERATURA CITADA	39
9.	APÉNDICE	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Consumo aproximado de cabritos en lactancia	11
2	Contenido nutricional de diferentes sustitutos lácteos para cabritos	11
3	Composición química de los diferentes alimentos utilizados para la alimentación de los cabritos	21
4	Composición del Sustituto Formulado	22
5	Análisis Químico de los ingredientes empleado del sustituto lácteo comercial y del sustituto desarrollado	26
6	Resultados de consumo de alimento líquido (CL), alimento sólido (CS), ganancia de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA) de cabritos Saanen sometidos a diferentes sistemas de crianza, Leche Materna (LM), Sustituto Lácteo Comercial (SC) y Sustituto Formulado (SD) en corral	27
7	Digestibilidad Ileal verdadera de lisina <i>in vitro</i> para ingredientes empleados, sustituto lácteo comercial (SC) y sustituto desarrollado (SD)	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Comportamiento de las variables analizadas durante 49 días en la crianza artificial de cabritos con diferentes dietas	29
2	Consumo de alimento líquido (CL) de los cabritos bajo las 3 dietas T1-SD (sustituto formulado), T2-SC (sustituto comercial), T3-LM (leche materna)	43
3	Consumo de concentrado (CS) de los cabritos bajo las 3 dietas T1-SD (sustituto formulado), T2-SC (sustituto comercial), T3-LM (leche materna)	44
4	Aumento de peso de los cabritos bajo las 3 dietas T1-SD (sustituto formulado), T2-SC (sustituto comercial), T3-LM (leche materna)	45

1. INTRODUCCIÓN

Gracias a su rusticidad y al gran nivel de adaptación de los caprinos, pueden ser criados en cualquier tipo de clima o situación geográfica principalmente en zonas áridas. Los caprinos se destinan a la producción de carne, leche o pelo, por lo que el manejo y la explotación irá acorde al producto que se desee obtener (Shimada, 2003). Los animales destinados a la producción láctea se ubican en climas templados, donde los forrajes son abundantes y el aprovechamiento y comercialización de la leche es la principal actividad (Meza, 1984). Existen explotaciones donde el mantenimiento y desarrollo de los cabritos es a través de la crianza artificial. Esta consiste en la separación temprana de la madre y la cría para evitar un vínculo materno-filial y así la cría desarrolle la capacidad de alimentarse por sí misma (Ramírez *et al.*, 1996).

Esta práctica es utilizada cuando dentro de las explotaciones se dispone de la leche para industrializarla en forma de dulces, quesos o cajetas principalmente. La producción de estos animales se lleva a cabo en condiciones estabuladas para mantener un mejor control sobre el número de individuos por corral, el consumo de alimento y las enfermedades (Díaz, 2005).

La crianza artificial es a través de sustitutos lácteos comerciales. Estos se componen de leche de vaca descremada de tal manera que sea apetitosa para el animal; sin embargo, existen problemas digestivos al utilizar estos productos principalmente porque exceden los requerimientos de los cabritos y

ocasionan diarreas mecánicas, deshidratación, timpanismo y algunas veces la muerte (Díaz, 2005).

Los productores de leche de cabra demandan la generación de lactoreemplazantes de bajo costo y alto valor nutritivo que permitan a los cabritos desarrollarse de manera similar a la crianza natural.

Emplear sustitutos de becerros para criar cabritos da buenos resultados, sin embargo, las dietas líquidas van directamente al abomaso por lo que emplear sustitutos altos en almidón como los son los de becerro disminuye el crecimiento en los cabritos, además la leche de vaca tiene un alto contenido de lactosa y sus moléculas son más grandes y difíciles de digerir lo que ocasiona gases dentro del sistema digestivo e indigestión en los cabritos (Gutiérrez, 2007; Church, 2006)

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es desarrollar y probar un sustituto lácteo nutritivo y físicamente similar a la leche materna y compararlo con un sustituto comercial y la leche materna.

OBJETIVOS

1. Desarrollar un sustituto de leche de cabra con soya (*Glycine max*) y girasol (*Helianthus annuus*) fuentes de proteína vegetal para criar cabritos artificialmente.
2. Determinar el valor nutritivo de los ingredientes empleados para formular el sustituto desarrollado.
3. Evaluar el comportamiento de los cabritos alimentados con el sustituto formulado y compararlo con un sustituto comercial y leche materna pasteurizada en un periodo de 49 días en Apaseo el Grande, Guanajuato.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del calostro en el desarrollo de los cabritos

El calostro es la primera secreción de la ubre tras el parto en las hembras de los mamíferos, es el primer alimento que deben recibir los animales recién nacidos (Ramos *et al.*, 2006). Además el calostro tiene tres funciones principales: 1. proporcionar energía para evitar la hipotermia, 2. Ejercer un efecto laxante para eliminar el meconio (primeras heces del recién nacido) y 3. Proteger contra infecciones al recién nacido en los primeros días de vida (Ramos *et al.*, 2006).

El calostro es una fuente de inmunoglobulinas que son absorbidas directamente por el intestino brindándoles protección contra agentes del medio ambiente a los cabritos. Es una secreción altamente nutritiva ya que tiene más sólidos que la leche. La inmunidad adquirida al consumir calostro cambia drásticamente en las primeras horas de vida ya que se reportan succiones de hasta 15 veces por día. Conforme van pasando los días el calostro se va convirtiendo en leche, por lo que también disminuye la cantidad de Ig en ella haciendo así que la inmunidad del cabrito se establezca y se desarrolle después de la cuarta semana de edad (Gutiérrez, 2007).

Importancia de la leche en la alimentación del cabrito

La leche de cabra es un compuesto nutritivo aunque carece de vitaminas principalmente vitamina E además, su uso para alimentar recién nacidos puede causar problemas de anemia por su falta de minerales, hierro y cobre en

comparación con la leche de vaca. Luquet (1991) menciona que debido a su contenido de grasa tiene una menor permanencia dentro del tracto digestivo esto porque el tamaño de los glóbulos de grasa son menores a tres micras lo que acelera su absorción a través de procesos bioquímicos como la pinocitosis.

Si se compara la leche de cabra con la de vaca tendremos que su contenido proteínico es menor (2.8 vs. 3.1) en cambio el contenido de caseína de la leche de cabra es más alto (10% de su composición) ya que se encuentra de forma soluble; el contenido de lactosa es igual para ambas sólo varía de acuerdo a la etapa de lactación en que se encuentren. Los minerales varían con los meses, se observa una reducción de estos en verano y otoño debido a efectos fisiológicos (ciclo reproductivo) (Luquet, 1991).

Al ser pasteurizada esta leche cambia el tamaño de los glóbulos grasos por lo que se tarda más en ser digerida además el tamaño del glóbulo graso y el grueso de la membrana lipídica depende del tipo de cabra, su raza y su alimentación (Luquet, 1991).

Tipos de crianza

Del nacimiento hasta el destete (Lactancia), los cabritos pueden ser alimentados con leche ya sea de manera natural o artificial (Gutiérrez, 2007). El desarrollo de los cabritos durante esta etapa es sumamente importante ya que es aquí cuando crean su inmunidad para aumentar su supervivencia de las infecciones más frecuentes (Loste *et al.*, 2004).

Las razas designadas a la producción de carne, tienen libre acceso a la leche materna todo el tiempo, por lo que también desarrollan su gusto por las plantas a edad temprana. En contraste, animales estabulados necesitan cantidades fijas de alimento sólido a partir de los 10 a 14 días de edad, además de leche o sustituto lácteo en cuatro tomas diarias (Shimada, 2003).

El consumo de leche materna por parte de los cabritos varía desde los 115 a los 230 ml (Vargas, 1997) por toma desde la separación de la madre hasta las 4 semanas de edad en periodos de 4 tomas por día o hasta alcanzar un peso promedio de 8 kg, o tomar el peso adecuado para llevarlos al sacrificio para su consumo (Shimada, 2003).

Relación Madre-Hijo

Esta relación en algunas razas de cabras, puede romperse debido a las siguientes circunstancias: 1) Que las madres sean primerizas y no estén preparadas para criar dejando así abandonadas a sus crías, 2) Por estrés nutricional y 3) Por su inhabilidad genética para producir suficiente leche y mantener a las crías. En estos casos, los cabritos abandonados ya sean gemelos o trillizos pueden ser criados adecuadamente utilizando sustitutos lácteos durante el periodo antes del destete (Sahlu, 1992).

La buena crianza de un animal depende de la estrecha relación que se forma entre madre e hijo después del parto; demostrando que la relación post-parto asegurara una buena crianza (Poindron *et al.*, 2000).

La conducta post-parto de los cabritos es de tipo “escondidizo”, ya que hay variabilidad en los mecanismos de reconocimiento entre madre y cría ya que se

establece una conducta de no acompañar a su madre después del parto (Poindron *et al.*, 2000).

Las hembras tienen un comportamiento maternal muy corto después del parto si es que la cría es separada de ellas y esta conducta es aún más marcada si las madres son primerizas. Después del parto, existe una liberación de oxitocina y estradiol que genera una respuesta fisiológica de las madres hacia los hijos formando un vínculo madre-cría estable y a través de esta liberación hormonal secretan un olor característico por el cual el hijo puede reconocer a la madre y viceversa induciéndolo así a la identificación de la ubre en contraste, también se ha encontrado que las madres son capaces de reconocer a sus crías 12 horas después del parto sin ninguna señal olfatoria (Poindron *et al.*, 2000) .

Al nacer los cabritos están cubiertos de placenta y membranas fetales las cuales son limpiadas por las madres para estimular su respiración; esto favorece el secado y los previene de una posible hipotermia además permanece el olor del líquido amniótico en los cabritos permitiendo que la madre los reconozca durante toda la lactancia (Ramos *et al.*, 2006).

Durante la lactancia los cabritos acompañan a sus madres en sus recorridos (este comportamiento es más marcado cuando la crianza es de manera extensiva) permitiendo una flexibilidad en esta relación dependiendo de la edad, tamaño de la camada y nivel nutricional hasta una etapa avanzada de la lactancia. Este comportamiento más que ser una relación de alimentación de la madre hacia la cría es también para adquirir costumbres alimenticias por

observación es decir, copiar los comportamientos de alimentación de la cría hacia la madre (Poindron *et al.*, 2000).

En situaciones de confinamiento el contacto entre madre y cría es mayor obteniendo así una mejor alimentación. Delgadillo *et al.* (1997), citado por Poindron *et al.* (2000), mencionan que a partir del 7mo día de edad los cabritos tienen contactos de 2 amamantamientos o más por hora. Mientras se mantenga a la madre con su cría existirá un importante retraso en la actividad reproductiva de la madre volviéndose estacionales (Poindron *et al.*, 2000).

Algunas veces existen comportamientos maternos inadecuados principalmente en hembras de primer parto o en aquellas que tuvieron un parto prolongado y doloroso lo cual fatiga a la madre haciendo que preste menos atención a la cría y a consecuencia puede causar retención en el flujo lácteo y una menor producción de calostro que contribuye a que la madre rechace a la cría. En otros casos, si se trata de partos múltiples las madres sólo prestan atención a una de las crías y abandonan a las otras por esto se decide utilizar la crianza artificial (Ramos *et al.*, 2006).

En regiones templadas donde se producen cabras en condiciones estabuladas no existe una crianza completa por parte de la madre hacia la cría ya que estas son separadas para la industrialización de la leche por lo que se deben de considerar parámetros como: raza, cruza, manejo y la disponibilidad del alimento para el óptimo desarrollo de las especies. La alimentación natural o crianza natural de cabritos durante las primeras semanas de vida es fundamental para su desarrollo y adaptación al medio ambiente (Armendáriz *et al.*, 2001). El dejar a los cabritos con la madre por periodos de tiempo

prolongados provoca que no se tenga adaptación a la crianza artificial ya que se acostumbran a la ubre de la madre y no aceptan el biberón o la cubeta para la toma de leche o sustituto según sea el caso (Gutiérrez, 2007).

Crianza Artificial

La crianza artificial de los mamíferos es definida como el proceso de administrar leche o un sustituto de leche a los cabritos para sustituir el cuidado normal y la nutrición provista por la madre y ser sustituido por el manejo humano para el completo desarrollo de la vida neonatal del cabrito.

El ambiente social, físico y nutricional debe de estar controlado comenzando con la administración de calostro para que las crías desarrollen su inmunidad lo que facilita la crianza y si esto se acompaña con una buena nutrición que esté basada en algún lacto reemplazante que asemeje la leche materna se asegura el éxito en este proceso (Fuller, 2004).

Criar cabritos artificialmente se considera una práctica común que facilita la alimentación manual y asegura el desarrollo inocuo de estos. El éxito de esta crianza es administrar un alimento lo más parecido a la leche materna que cubra los requerimientos nutricionales y nos asegure un desarrollo completo del animal (Santiago *et al.*, 1999).

Existen diferentes tipos de crianza: la natural en dónde la cría es dejada con su madre hasta el destete, en condiciones extensivas y cuando el cabrito está destinado al abasto. La crianza restringida, en la que el cabrito y la madre permanecen juntos en el día y por las noches son separados para que en las

mañanas las madres puedan ser ordeñadas y por último, la crianza artificial en la que se separa a la cría de la madre desde el segundo o tercer día después de nacer para ser criada con leche o sustitutos de leche (Gutiérrez, 2007).

En la crianza artificial se deben administrar sustitutos lácteos con una combinación de ingredientes como lo son leches en polvo, grasas (con un 22-25% de contenido nutricional) ya que el sustituto no debe sobrepasar la cantidad de grasa de la leche de cabra (Arbiza, 1986), almidones y concentrados de proteína (con un 20 a 24% de contenido nutrimental) dándole importancia al color, olor y sabor para que estos tengan un alto nivel de gustosidad para los cabritos y cumplan con los requerimientos de los mismos (Sayalero *et al.*, 1996).

Para evitar posibles distensiones estomacales durante las lactancias es conveniente aportar 50 ml de sustituto por kilogramo de peso por toma cada 4 o 5 horas durante las primeras 18 horas después del nacimiento (Ramos *et al.*, 2006).

De acuerdo con Sayalero (1996), el consumo de los cabritos puede ser cubierto de la siguiente manera (Cuadro 1):

Cuadro 1. Consumo aproximado de leche o sustituto de leche en cabritos en lactancia

Edad del Cabrito	Consumo (ml/d)	Forraje, agua y concentrado
1ª Semana	300-700 ml.	A libre acceso
2ª Semana	700-1.200ml	A libre acceso
3ª y 4ª Semana	1.200-2000ml	A libre acceso
Hasta el destete	2000-2.500ml	A libre acceso

La composición química en base a los requerimientos de los cabritos antes del destete se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Contenido Nutricional de diferentes Sustitutos Lácteos para Cabritos

Autor	Proteína (%)	Grasa (%)	Vitaminas y/o Sólidos totales /lt Agua
Ministerio de agricultura pesca y alimentación de España (1989)	22.0 – 32.0	16.0-23.0	10,000 UI al nacer (A,D,E) 25,000 UI vit. D al 3r día nacido.
Arbiza (1986)	25.0-30.0	22.0-25.0	150gr. sólidos totales
Jarrige (1990)	22.0-27.0	20.0- 24.0	12-18% sólidos totales

(Díaz *et al.*, 2005)

La crianza artificial además de contribuir a la economía, facilita la rápida adaptación de los animales al consumo de otros alimentos. El utilizar sustitutos lácteos y concentrados con destete temprano reduce la mortalidad y no afectará su desarrollo en contraste con la crianza natural (García *et al.*, 1998).

En ocasiones, la crianza artificial contribuye también a criar animales de partos múltiples, huérfanos o que proceden de madres agalácticas además de mejorar el control sanitario dentro de la explotación y reducir las mortalidades que se presenten por factores ambientales (López *et al.*, 2002).

Durante las primeras semanas de crianza se presenta una condición en la que los cabritos tienden a mantener su peso para sobrevivir; principalmente en lugares donde las condiciones climáticas afectan su desarrollo y a que no tienen la capacidad de mantener la temperatura corporal, por lo que se recomiendan fuentes calóricas externas que contribuyan a mantener la homeostasis térmica (López *et al.*, 2002).

Uso de Sustitutos Lácteos

La eficiencia en el crecimiento y desarrollo de pequeños animales esta directamente ligada al consumo de materia seca contenida dentro de los sustitutos lácteos. El uso de sustituto de leche para becerro suministrado a pequeños rumiantes, muestra cambios de peso a partir de la tercera semana de uso además disminuye el peso corporal ya que el contenido de materia seca (en un 13.5%) no contribuye al desarrollo del animal pero si al mantenimiento del mismo (Abrams *et al.*, 1984).

La utilización de un sustituto fabricado con suero de leche y aceites vegetales disminuye los costos de alimentación de los cabritos, además de obtener excelentes resultados sobre la cantidad de grasa perirrenal en la canal (Tacchini *et al.*, 2006).

El uso de un sustituto lácteo para becerros mezclado con 50% de leche de cabra asemeja y contribuye a proteger a la madre y a vender la leche sobrante para obtener ingresos extras, además de proteger a las hembras para su siguiente ciclo reproductivo (Ruiz *et al.*, 2000).

Desarrollo y crecimiento del sistema digestivo de los rumiantes.

Desarrollo Fetal del estómago

El origen del estómago rumiante es a partir del alargamiento de los intestinos primarios (estómago primordial) en el embrión. La división fisiológica del estómago se presenta en la sexta semana gestacional, mientras que en la octava semana el retículo presenta una gran ranura donde se desarrolla extensamente el esófago y los estómagos son formados. A las nueve semanas el feto presenta los sáculos y los pilares estomacales. Las laminas del omaso y las regiones pilóricas del abomaso ya se encuentran bien desarrolladas (Church, 1988).

Estos cambios se presentan antes en caprinos que en bovinos, significativamente en la tercera semana dentro del útero observando tejidos estratificados característicos bien definidos antes de las ocho semanas de edad (Church, 1988).

Crecimiento estomacal

El rumen en el recién nacido es pequeño y flácido con papilas rudimentarias que le brindan una textura similar al papel. El retículo es un saco pequeño y elástico de una tercera parte del tamaño del rumen, el omaso es un pequeño bulbo sobre el abomaso, mismo que al nacimiento se encuentra bien desarrollado y es altamente funcional con las características del abomaso adulto en la región fúndica (Church, 1988).

Este se encuentra dividido en cuatro compartimientos, durante la lactancia el rumen y el retículo están poco desarrollados por lo que la leche consumida llega directamente al abomaso a través de un pliegue existente llamado “gotera esofágica” (Church, 1988). En lactancias normales, el cabrito se comporta como un no rumiante y depende de la leche como principal fuente de alimentación hasta un mes de edad. Se considera que la lactosa, la caseína y la grasa de la leche son bien digeridas en esta etapa y constituyen la principal fuente de energía en la dieta (Agraz, 1984).

Una vez que los animales empiezan a consumir alimentos sólidos los dos primeros compartimientos suelen aumentar al doble su tamaño, y la gotera esofágica se cierra para dar paso a la fermentación de los alimentos y al funcionamiento de todo el sistema digestivo (McDonald *et al.*, 1999).

El administrar forrajes y/o pasturas contribuye al desarrollo del rumen y retículo a partir de las tres semanas de edad. Para la semana cuatro el rumen crece de 4 a 8 veces el peso al nacimiento perdiendo su rusticidad y desarrollando la funcionalidad de las papilas al igual que las láminas

características del omaso. En el abomaso se encontrará cerca del 40% del alimento y la leche consumida por la cría (Church, 1988).

Respuesta Fisiológica

Existe un periodo de adaptación al administrar sustitutos lácteos que varía de 5 a 6 días de acuerdo a la respuesta del cabrito. Al pasar este periodo comienza el desarrollo del sistema digestivo de acuerdo al consumo de alimento. Las primeras dos semanas de vida de los cabritos el tamaño del abomaso regulará el consumo de alimento, entre la segunda y tercera semana (24 días) el consumo irá en función a la cantidad de energía ingerida, siendo estos mecanismos dependientes de reacciones glucostáticas, lipolíticas y aspectos como la gustosidad y digestibilidad del alimento consumido. (Tacchini *et al.*, 2005)

El crecimiento post natal del estómago en rumiantes recién nacidos ocurre cuando estos ingieren alimentos sólidos, cuando el estómago y la mucosa responden a estímulos físicos como lo son los alimentos. El desarrollo estará dado de acuerdo con la edad o peso corporal. Sin embargo, este crecimiento es a partir de la tercera semana de vida por ejemplo el rumen no se desarrolla si no hasta los 37 días cuando los cabritos comienzan a ingerir diferentes partículas de alimento del ambiente donde se desarrollan (Hamada *et al.*, 1975). Al mismo tiempo que se desarrolla el estómago, también los órganos internos como bazo, corazón y riñones (Hamada *et al.*, 1975), esto es importante en la producción de cabritos para consumo humano ya que los órganos internos son servidos en diferentes platillos y la grasa que los recubre va en relación a la edad y peso (Miranda, 1995).

Los cabritos experimentan una serie de cambios fisiológicos durante los primeros días de vida, dentro de ellos encontramos la digestibilidad de los alimentos dada por enzimas tales como la lactasa que actúa sobre la leche y cambia su actividad después de la tercera semana cuando la amilasa contribuye a la degradación de los almidones que se encuentran en granos o forrajes consumidos (Gutiérrez, 2007).

Las dietas líquidas pasan directamente al abomaso por lo que emplear sustitutos de otras especies en cabritos contribuye a la mala digestión, incluso el uso de sustitutos altos en almidón restringe el crecimiento de los cabritos por ejemplo, las partículas de grasa de leche de vaca son más grandes y no pueden ser degradadas con eficiencia, usar leche de vaca para la alimentación de los cabritos provoca problemas digestivos ya que tiene un alto contenido de lactosa que permanece por periodos prolongados dentro del tracto digestivo provocando la formación de gas (Gutiérrez, 2007).

Los carbohidratos contenidos dentro de los sustitutos son digeridos y absorbidos principalmente en forma de glucosa que es convertida rápidamente en glucógeno para almacenarse en los tejidos y utilizarse con fines metabólicos (Agraz, 1984).

Digestión en el Neonato

Una de las principales funciones en la digestión es destruir las proteínas a través de la hidrólisis, representando un beneficio para el animal ya que algunas proteínas alergénicas o tóxicas son destruidas antes de ser absorbidas hacia el interior del organismo. En el caso de los neonatos existe una necesidad

para absorber proteínas intactas, esto en diferentes especies por el tipo de placentación no pasan anticuerpos de la madre hacia el feto, por lo que al nacer es necesaria la toma de calostro para la protección inmunológica a través del tubo digestivo (Cunningham, 1999). Existen diferentes modificaciones durante la digestión ácida:

1. La secreción ácida se retarda varios días después del nacimiento
2. Se retarda la función pancreática y esto retrasa a la digestión ácida y la acción de la tripsina por las proteínas
3. La existencia de un epitelio intestinal especializado que engloba a las proteínas para descargarlas en los espacios laterales de las criptas del intestino.

El epitelio intestinal en esta etapa es similar al del estado adulto pero las vellosidades se encuentran recubiertas con enterocitos especiales que absorben proteínas; 24 horas después del nacimiento el epitelio empieza a desaparecer, esto se conoce como cierre intestinal (Cunningham, 1999).

La lactosa azúcar de la leche es el principal carbohidrato de las dietas de los mamíferos neonatos por lo que al nacimiento cuentan con una alta actividad de la lactasa enzima encargada de degradar este azúcar; en contraste, la actividad de la maltasa enzima encargada de degradar almidones se encuentra ausente o débil, a medida que el animal va creciendo la actividad de la maltasa va aumentando permitiendo cambiar la lactosa a almidón como fuente de carbohidratos. En animales adultos esta actividad enzimática no existe (Cunningham, 1999).

Elaboración del Sustituto Lácteo Desarrollado

Las proteínas utilizadas en la elaboración de sustitutos siempre se recomiendan que sean de origen animal para facilitar su solubilidad y absorción en el intestino. Las proteínas de origen vegetal generalmente son menos solubles por que las moléculas son más grandes que las de la leche común, pero si estas proteínas son emulsionadas mediante algún agente que separe los lípidos de cadena corta su digestibilidad será mayor (Fuller, 2004). El uso de fuentes vegetales (proteína no láctea) para la formulación de sustitutos de leche es importante en la alimentación de los cabritos. La soya por ejemplo es una fuente de aminoácidos esenciales, su calidad depende de varios factores como son contenido de aminoácidos, digestibilidad, presencia de factores antinutricionales y la cantidad de soya en las dietas de los animales (Gutiérrez, 2007).

Una presentación es en harina que queda de la extrusión de la grasa. Esta harina es sometida al calor mejorando el valor biológico de la proteína destruyendo los factores inhibidores de la tripsina que impiden la correcta absorción de proteínas. Es un ingrediente muy aceptado por su alto valor energético y proteínico (Church, 2006).

La fabricación de sustitutos con proteínas vegetales como lo es la soya, contribuye al desarrollo de los cabritos de manera que se puede llegar a sustituir la proteína láctea de la leche materna por otras fuentes vegetales. Esto gracias a que la actividad enzimática proteolítica en la digestión de los cabritos es muy elevada en esta etapa, al tener una digestión ácida tienen la habilidad de desdoblar proteínas y aprovecharlas para sus diferentes funciones (Díaz *et al.*, 2005).

La proteína de soya contribuye a estas actividades, al emplear este tipo de ingredientes para la crianza artificial existen ganancias de peso significativas sin embargo, la proteína de la leche es muy difícil o prácticamente nula de reemplazar. (Díaz *et al.*, 2005).

La lecitina de soya, subproducto de la extracción de las grasas en la soya, es un complemento para las dietas animales. Está formada de fosfolípidos que se encargan de emulsionar las grasas en el intestino delgado gracias a la actividad de la lipasa y preparar el metabolismo intermediario de los lípidos mejorando la digestibilidad de las mismas y de los ácidos grasos que puedan contener los alimentos así como algunas vitaminas y el colesterol (Hertrampf, 2001).

El uso de semilla de girasol molida (*Helianthus annuus*) es fuente de ácidos grasos poliinsaturados, (ácido linoleico); que actúa sobre la parte integral de la membrana celular en la estructura lípido-proteína (Church *et al.*, 2006) y al ser rumiantes contribuye a la disminución del número de protozoarios contenidos en el rumen (Petit *et al.*, 2004).

Hipótesis

La elaboración de un lactoreemplazante con ingredientes de origen vegetal, económicos y accesibles, como son la semilla de girasol molida (24% PC) y la harina de soya (50% PC) permitirá el crecimiento de los cabritos como si fuesen criados naturalmente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Experimento

La presente investigación se desarrolló en colaboración con la Unión de Caprinocultores del municipio de Apaseo el Grande, Guanajuato, situado a los 100° 41' 07'' O y a los 20° 32' 37'' N, 1767 msnm. Cuenta con un clima templado con una temperatura máxima de 37.1°C y una mínima de 0.9°C. La precipitación pluvial anual es de 606.1 milímetros (INEGI, 2000).

Estructura del experimento

El estudio consistió en dos etapas: laboratorio y campo.

Laboratorio

Se determinó la composición química de cada uno de los ingredientes que conforman el sustituto de leche formulado a base de harinas de semilla de girasol y soya vía digestión ácida y análisis bromatológico. La composición del sustituto formulado estuvo integrado por: harina de soya (*Glycine max*), semilla de girasol (*Helianthus annuus*) descascarillada y molida; lecitina de soya, y leche en polvo. Las muestras (5g c/u) fueron secadas y analizadas para determinar materia seca (MS) a 105°C, humedad y extracto etéreo (EE), materia orgánica (MO) y cenizas AOAC (1995). El contenido de proteína cruda (PC) se analizó según el procedimiento Kjeldahl, como $N \times 6.25$ (AOAC, 1995). La fibra en detergente neutro (FDN) se determinó según procedimientos publicados por Goering y Van Soest, (1970). Los carbohidratos no-estructurales (CNE) se calcularon con la siguiente ecuación: $CNE (\%) = 100 - [FDN + EE +$

PC + cenizas] y la digestibilidad de lisina para no rumiantes de acuerdo a Furuya (1991).

En el Cuadro 3 se observa la composición química del sustituto formulado a base de girasol y soya, sustituto comercial (Súper cría®), leche de cabra y el concentrado comercial.

Cuadro 3. Composición química de los diferentes alimentos utilizados para la alimentación de los cabritos.

	T1	T2	T3	Para los 3 T
	Sustituto formulado (125g)	Sust.Com Súper Cría® (150g)	Leche de Cabra (100ml)	Concentrado (100g)
Materia Seca %	96.4	95	11.06	93
Proteína %	21	18	2.75	19
Grasa %	21	28	3.6	37
Fibra %	2.1	0.15	0	58
Humedad %	3.5	5	88.94	7
Cenizas %	5.3	7	0.76	6
E.L.N. %	49	54	--	--

Campo

Se utilizaron cabritos de raza Saanen de 2 a 3 días de nacidos; con un peso promedio de 2.919 ± 0.096 kg alimentados durante 7 semanas (49 días, 22 junio - 9 agosto 2009). Permanecieron en confinamiento en corrales con rejillas de plástico elevadas a un metro de altura para permitir la limpieza y evitar

infecciones digestivas ya que son una causa de muerte común en esta edad. Los corrales fueron lavados y desinfectados antes de recibir a los animales.

Se formaron tres grupos de cabritos, cada grupo (n=5) recibió una dieta diferente (tratamiento). Los cabritos fueron alimentados con el siguiente horario: 08:00, 12:00, 16:00, y 20:00h.

Las dietas fueron:

1. Sustituto de leche formulado (SD) con semilla de girasol (descascarillada y molida) y h. de soya
2. Sustituto de leche comercial (SC)
3. Leche materna (LM, testigo) pasteurizada.

En el cuadro 4 se encuentra la proporción de los ingredientes usados para elaborar el sustituto formulado.

Cuadro 4. Composición del Sustituto Formulado (SD)

Ingrediente	Proporción (%)
H. Soya (Glycine Max)	23.0
S. Girasol (Helianthus annuus)	19.0
Lecitina de Soya	10.0
Leche en polvo	48.0
Total	100.0*

*100% = 1kg

El testigo (LM) recibió solo leche de cabra pasteurizada a razón de 800ml/d durante todo el periodo de investigación. (SD) y (SC) fueron disueltos en agua y calentados a 40°C, para que al ser consumidas por los cabritos estuviera a 36-37°C. En el periodo inicial se ofrecieron 200ml por toma; a partir de la cuarta semana se disminuyeron a 3 tomas por día y las últimas dos semanas se ofrecieron únicamente dos tomas porque los cabritos ya consumían alimento sólido.

La disolución del sustituto comercial (Súper cría®) fue de acuerdo a las instrucciones de la etiqueta: 150g polvo por 900ml de agua; para SD fueron 125g de polvo por un litro de agua. A partir de la tercera semana (21 días) se les ofreció concentrado comercial (19% de proteína cruda) a razón de 40 g/animal/día y agua a libre acceso.

La alimentación fue a través de mamilas de plástico individuales de 8oz. (246 ml) para medir el consumo; diariamente se medía la cantidad de leche administrada y rechazada. Todas las mamilas y biberones fueron lavados y desinfectados antes de cada consumo para evitar enfermedades. Para medir consumo de alimento sólido, a partir del día 21 se registró la cantidad de alimento consumido en todos los tratamientos (ofrecido – rechazado). Diariamente los cabritos fueron observados para detectar problemas de enfermedades principalmente metabólicas.

Los cabritos fueron pesados al nacer y después al inicio y fin del periodo experimental. Con estos datos se calculó la ganancia diaria de peso (GDP) y con el consumo de materia seca (alimento líquido y alimento líquido + sólido) se calculó la conversión alimenticia (CA) representada como: cantidad (kg) de

alimento consumido por kg de aumento de peso del animal. Todos se sometieron a una semana de adaptación a su nueva dieta.

Variables Evaluadas y Análisis Estadístico

Las variables respuesta: ganancia diaria de peso (GDP), consumo de dieta líquida (CL), consumo de dieta sólida (CS) y conversión alimenticia (CA) se evaluaron de acuerdo a PROC GLM de SAS (1999), por medio de un diseño completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento donde cada individuo se considero un unidad experimental. El peso al nacer (PN) se utilizo como covariable para evaluar ganancias diarias de peso.

4. RESULTADOS

Laboratorio

La harina de soya (*Glycine max*), obtuvo un valor de 50% de proteína (Cuadro 5), fue sometida al calor lo que mejoró su valor biológico y contribuyó a la destrucción de los factores inhibidores de la tripsina, que impiden la correcta absorción de proteínas. La harina de semilla de girasol (*Helianthus annuus*), resultó con 24.1% de proteína y 44% de grasa. Esto mejora su aceptabilidad y su aprovechamiento proteico. Emplear semilla de girasol en las dietas contribuye al uso de ácidos grasos insaturados.

La lecitina de soya, complemento para las dietas de los animales tuvo un 10% de proteína y 13% de grasa lo que nos dice que es de buena calidad para formular raciones con este ingrediente (Cuadro 5).

El sustituto lácteo comercial (SC) posee buen contenido de proteína 23.2% y 15% de grasa en comparación con el sustituto formulado (SD) que presentó un contenido de proteína y grasa con 21% en ambas fracciones, además un bajo contenido de fibra 2.1%; característica necesaria para alimentar a los cabritos.

Cuadro 5. Análisis químico de los ingredientes empleados, del sustituto lácteo comercial y del sustituto formulado (%).

Ingrediente	PC	EE	FC	H	C	ELN	MST	MO	CNE
H. Soya (<i>Glycine Max</i>)	50	3.5	5.5	4.3	6	31.8	95.6	89.5	7.42
S. Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	24.1	44	11.5	3.5	3.3	10.5	96.5	93.1	52.85
Lecitina de Soya	10.2	13	0	5.1	3	72.5	94.8	90.8	9
Sustituto comercial	15	23.2	0	2.7	6.5	54	95	90.7	37.35
Sustituto formulado	21	21	2.1	3.5	5.3	49	96.4	91.0	70.98

PC = Proteína cruda; EE = Extracto etéreo; FC = Fibra cruda; H=humedad; C = Cenizas; ELN = Extracto libre de nitrógeno; MST = Materia seca total; MO = Materia orgánica y CNE = Carbohidratos no estructurales

En el campo

En el Cuadro 6 se muestran los resultados de: consumo de dieta líquida (CDL), consumo de dieta sólida (CDS), ganancia diaria de peso (GDP), peso al nacimiento (PN), peso inicial (PI), peso final (PF) y conversión alimenticia (CA).

Cuadro 6. Resultados del peso al nacer (PN), peso inicial (PI), peso final (PF), consumo de alimento líquido (CL), alimento sólido (CS), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA) de cabritos Saanen sometidos a tres diferentes sistemas de crianza: leche materna (LM), sustituto de leche comercial (SC) y sustituto de leche formulado (SD) en corral.

Variable	Tratamientos						P
	1-SD		2-SC		3-LM		
	Media	±E Std	Media	±E Std	Media	±E Std	
PN(kg)	3.10 ^a	0.08	2.94 ^a	0.08	3.02 ^a	0.08	0.95
PI (kg)	3.8	-	3.7	-	3.9	-	-
PF(kg)	8.2	-	8.4	-	8.8	-	-
GDP(g)	0.99 ^b	.005	0.109 ^b	.005	0.128 ^a	.005	.003
CA(kg MSt/kg AP)	1.46 ^a	0.11	1.61 ^a	0.19	1.30 ^a	0.19	<0.15
CL(ml/d)	685.93 b	3.99	679.24 b	3.99	761.65 a	3.99	<0.000 1
CS(kg/d)	0.274	.008	0.275	.008	0.28	.008	0.07

^{a, b} Cifras con letras diferentes en la misma hilera son estadísticamente diferentes (P<0.05).
(kg MSt/kg AP) kg de materia seca total entre kg de aumento de peso.

Peso al nacer

El peso al nacimiento no afectó las ganancias de peso, por lo que se infiere que las diferencias de GDP se debieron a los tratamientos.

Ganancia diaria de peso

Las GDP fueron mayores en las crías alimentadas con LM que en las crías alimentadas con SD y SC. Los días que muestran mayor diferencia son 1, 4, 7, 8 y 9 con un promedio de 62 g/d; periodo comprendido entre la primera y segunda semana de tratamiento. Después de adaptarse a su nueva dieta el organismo del cabrito se estabiliza y aprovecha los nutrientes ofrecidos por esta. Los días 10 al 14 tuvieron un promedio de 44 g/d. A partir de la tercera semana las ganancias de peso para los tres tratamientos obtuvieron un promedio de 135 g/d por cabrito en tratamiento.

Conversión alimenticia

No hubo diferencia entre tratamientos ($P=0.15$). Las conversiones alimenticias promedio fueron para el SD:1.46, SC:1.61 y LM:1.30 (kg MSt/kg AP). Existe diferencia ($p<0.0001$) entre semanas de tratamiento (Cuadro 5).

Consumo líquido

Los cabritos que consumieron leche materna tuvieron mayores consumos que los cabritos con sustitutos de leche (SD y SC). El consumo de dieta sólida no fue afectado por los tratamientos; los días 20, 17, 21 y 18 (semanas 4 y 5) tuvieron mejores consumos periodo en el que se les introdujo el alimento sólido. Esta variación puede ser por una posible distensión estomacal debida al consumo de alimento sólido y al aumento de volumen del estómago del cabrito (Figura 2, apéndice).

Consumo sólido

A partir del día 24 hubo un aumento y una considerable variación para el consumo de alimento concentrado. No existió diferencia estadística entre tratamientos pero si diferencia entre tiempos o días transcurridos o alimentados (Figura 3, apéndice).

En la Figura 1 se observa el comportamiento de las variables analizadas durante el periodo de investigación. El consumo líquido (CL) está medido en litros, el consumo sólido (CS) y la ganancia de peso (GDP) están medidos en kilogramos.

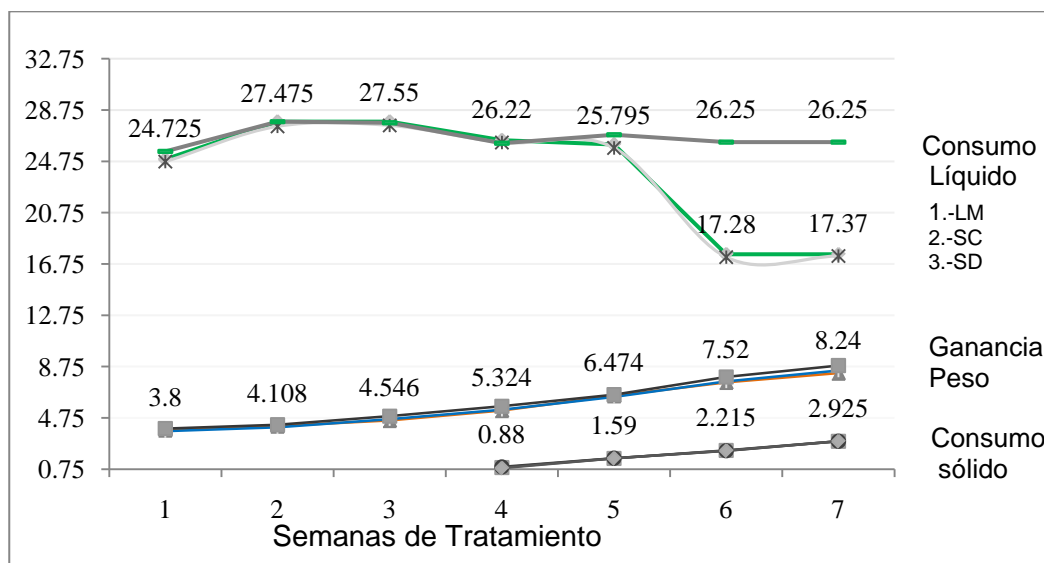


Figura 1. Comportamiento de las variables analizadas durante 49 días en la crianza artificial de cabritos con diferentes dietas.

Aunque el propósito del estudio no fue analizar enfermedades cabe resaltar que dentro de la explotación existe prevalencia de algunas enfermedades como son: Ectima contagioso, Coccidiosis y CAE (artritis encefalitis caprina sólo en adultos). Dentro del periodo experimental no se presentó ninguna enfermedad ya que se controló con medidas de higiene; sólo se presentó un deceso al forzar a un cabrito a consumir más de lo adecuado para su etapa, por lo que se recomienda no exceder los 150ml durante la primera semana de consumo de la dieta.

5. DISCUSIÓN

Pesos de los cabritos durante la crianza artificial

El criar cabritos de manera artificial se ha vuelto una práctica común. Abrams *et al.* (1985) y Sahlú *et al.* (1992) trabajaron con periodos de crianza de 6 semanas a partir de los 4 días de edad y mencionan que son adecuados para criar artificialmente a cabritos recién destetados, en comparación con Santiago (1999) quien trabajo en un periodo de 8 semanas, obteniendo resultados similares a ellos en cuanto a los pesos de los cabritos. Lo anterior justifica el periodo establecido para la crianza artificial del presente trabajo, 7 semanas (49 días), en las que los resultados se acercan a lo obtenido por ellos.

El peso máximo alcanzado en el presente trabajo en los cabritos fue de 9kg a los 49 días de ser alimentados con leche de cabra pasteurizada (LM) a diferencia del sustituto comercial (SC) y el formulado (SD) que obtuvieron en promedio 8.5kg. García *et al.* (1998), señalan que el peso vivo promedio alcanzado bajo crianza natural es mayor (12kg) en comparación con crianza artificial (10kg) en un periodo de 10 semanas lo cual es bueno ya que las crías han alcanzado tres veces su peso al nacer; en cambio Sahlú *et al.* (1992), en 42 días obtuvieron el peso más alto de 10.5kg al someter a cabritos Angora a sustituto lácteo y alimento sólido a partir de la tercera semana de edad en condiciones de confinamiento.

López *et al.* (2002) analizaron en los cabritos los cambios que se presentan desde el nacimiento hasta el crecimiento, adaptándose a las instalaciones, las mamilas, la forma de ser alimentados y el personal que se encuentra con ellos

para evitar que pierdan peso y se desencadenen competencias por el alimento y así el crecimiento sea uniforme para todos los animales, sobre todo durante la tercera y cuarta semana donde las ganancias de peso dan un cambio favorable sobre el crecimiento coincidiendo con la incorporación de alimento sólido en la dieta diaria. Al Iniciar un lote para crianza artificial se debe considerar un peso promedio no menor a los 2.75kg para evitar la variabilidad y competencia entre los cabritos. En este trabajo el peso inicial promedio entre los tres grupos establecidos fue de 2.919 ± 0.096 kg a los 2 días de ser separados de sus madres.

Ganancia diaria de peso

El uso de lacto-reemplazantes en cabritos a diferentes concentraciones aumenta el peso durante las primeras semanas de vida y este disminuye considerablemente a partir de la quinta semana de edad de acuerdo a lo encontrado por Peña *et al.* (2009), sin embargo, lactancias con leche materna aumentan el peso desde la primera semana de vida descendiendo en el segundo mes debido a la baja en producción láctea. Puesto que las mayores GDP's se presentaron en cabritos alimentados con leche materna pasteurizada (LM), no significa que el sustituto de leche desarrollado (SD) con proteína vegetal no sea recomendable utilizarlo ya que este presentó GDP's similares a los de los cabritos alimentados con sustituto de leche comercial. La leche materna sigue siendo la mejor.

Conversión alimenticia

No hubo diferencia entre tratamientos ($p < 0.0001$), pero sí entre semanas (tiempos). La semana 2 presenta 2.75 kg MSt/kg AP, siendo esta la de menor

conversión alimenticia posiblemente porque aumentan los requerimientos nutricionales; Peña *et al.* (2009) comentan que a partir de la segunda semana de vida la conversión alimenticia es más lenta debida al desarrollo del abomaso, este aumentará progresivamente hasta la semana 7. La semana 6 obtuvo la mejor CA con 0.8193 kg MSt/kg AP al ser esta una etapa de transición en la que disminuye la toma de leche y se compensa con el consumo de concentrado (pellet) (Figura 1).

Consumo líquido

El consumo de dieta líquida promedio en el presente estudio concuerda con lo establecido por Sayalero y Pérez de Ayala (1996) quienes mencionan que durante la primera semana de vida el consumo deberá ser de 300 a 700ml, en la segunda de 700ml a 1.2L y hasta el destete alcanzar los 2L en consumo. La leche materna pasteurizada fue la mayormente consumida ya que nutritivamente es más rica que los sustitutos y es el alimento natural de las crías. Hernandez –Clua *et al.* (1988) mencionan que la alimentación con leche materna forma un coagulo en el abomaso que se va disolviendo con lentitud siendo continuo y uniforme, a diferencia del uso de sustitutos lácteos a base de proteína vegetal que se digieren con menos facilidad y permanecen menos tiempo dentro del abomaso.

Consumo sólido

Aunque el consumo de dieta sólida no fue diferente entre tratamientos, todos los cabritos aumentaron el consumo conforme aumentaba la edad; tratando de sustituir las necesidades nutritivas que la leche por sí sola no fue capaz de aportar. Los cabritos se tardaron una semana en aceptar el consumo de alimento sólido para después incrementarlo de acuerdo a lo reportado por Gutiérrez (2007) quién además recomienda que el alimento pre-inciador deberá ser ofrecido en cantidades de 100 a 150g por día.

6. CONCLUSIONES

Un mejor rendimiento en los cabritos es a través de la leche materna pasteurizada, sin embargo, el sustituto de leche desarrollado a base de proteína vegetal ofrece la alternativa de que al utilizarlo en establos lecheros, se puede aprovechar la leche remanente para su procesamiento y/o comercialización.

El sustituto de leche formulado con proteína vegetal (soya y girasol) es una alternativa para la crianza del cabrito lactante ya que aportó resultados similares a los del sustituto comercial.

7. RESUMEN

Para evaluar un sistema de crianza artificial en el municipio de Apaseo el Grande, Guanajuato, 15 cabritos de raza Saanen fueron alimentados durante siete semanas para probar las siguientes dietas o tratamientos: 1. Sustituto de leche de cabra (SD; n=5) a base de semilla de girasol (*Helianthus annuus*) y harina de soya (*Glycine max*) proteína vegetal, 2. Sustituto de leche comercial para cabritos (SC; n=5) y 3. Leche de cabra pasteurizada (LM; n=5). Los cabritos se pesaron durante los primeros 2 días de nacidos y obtuvieron un peso promedio de 2.919 ± 0.096 kg para iniciar el periodo experimental con un peso promedio de 3.80 kg. El estudio consistió en dos fases la de laboratorio y la de campo. En el laboratorio se determinó la composición química de cada una de las dietas, además de los ingredientes con los que se formulo el sustituto, en base a los requerimientos de los cabritos en esta etapa, siendo estos: harina de soya (*Glycine max*) (230g), semilla de girasol (*Helianthus annuus*) (190g); lecitina de soya (100g), y leche en polvo (480g). En el campo, cada semana los cabritos fueron pesados individualmente para calcular ganancias diarias de peso (GDP), el consumo de leche o dieta líquida (CL) se registró diariamente en todos los animales. La disolución para los sustitutos fue para (SC) 150g en 900ml; para (SD) 125g en 1L de agua, ambos a 36°C. Al término de las tres semanas experimentales a todos los cabritos se les empezó a ofrecer alimento pelletizado (Súper cría®), diariamente se registró el consumo de concentrado o dieta sólida (CDS). Las variables respuesta fueron: GDP, CL, CS y conversión alimenticia (CA) representada como: cantidad (kg) de alimento consumido en materia seca por cada kilogramo de aumento de peso del animal. Las variables se analizaron mediante un diseño completamente al azar (SAS, 1999) con cinco repeticiones por tratamiento donde cada individuo se considero

un unidad experimental. El peso al nacer (PN) se utilizo como co-variable para evaluar ganancias diarias de peso. En las dietas ofrecidas el mayor consumo fue de 761.65 ml para (LM) vs. (SC) con 679.24 ml y (SD) con 685.93 ml. ($P < 0.0001$). Las GDP fueron diferentes entre tratamientos ($P = .003$) 128 g/d para LM vs. 109 g/d para SC y 99 g/d para SD. En la

conversión alimenticia no hubo diferencia entre tratamientos ($P=0.15$), las CA promedio fueron para SD 1.46, SC 1.61 y para LM 1.30 kg MSt/kg AP. La lactancia artificial con leche materna no es comparada con el uso de lactorreemplazantes sin embargo, el sustituto de leche formulado con proteína vegetal es una opción para la crianza de cabritos, obteniendo animales con buenos pesos en periodos más cortos, donde el propósito de la explotación caprina es la comercialización y/o industrialización de la leche.

8. LITERATURA CITADA

Abrams E., Guthrie P., Harris B., 1984. Effect of dry matter intake from whole goat milk and calf milk replacer on performance of nubian goat kids. *J Dairy Science* 68:1748-1751.

Agraz A. Abraham., 1984. *Caprinotecnia I*. Segunda edición. Limusa. 650p.

AOAC., 1995. *Official methods of analysis*. 16th Ed. Official association of analytical chemistry. Washington, USA. 75 pp. (Chapter 33).

Arbiza, A.S.I., 1986. *Producción de caprinos*. Ed. A.G.T. Editor,S.A., México

Armendáriz M.J., Apodaca S.C., Ayala O.J., Rangel S.R., 2001. Efecto del momento de la separación de la madre sobre el comportamiento postdestete de cabritos. *Univ. Aut. Chapingo. Edo. De México. Monografía Tec. Cient.* 1-5pp.

Church D.C., Pond W.G., Pond K. R., 2006. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales.*, Segunda edición., Limusa Wiley, 635 p.

Church D.C., 1988. *The ruminant animal digestive physiology and nutrition*. Waveland Press. 564 p.

Cunningham, 1999. *Fisiología Veterinaria*. Segunda Edición. McGraw Hill Interamericana. México. 763p.

Díaz Gómez M., Ochoa Cordero M., Morón Cedillo F., Mandeville Bisset P., 2005. Requerimientos de Nutrientes y estrategias de alimentación en la crianza de cabritos. *Memorias XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. Culiacán, Sinaloa. México.

Fuller M.F., 2004. *The Encyclopedia of Farm Animal Nutrition*. CABI Publishing. Oxon UK.

Furuya S., 1991. Estimation of True Ileal Digestibility of amino acids with Pigs by an *In Vitro* Method Using Intestinal Fluid. Cap. 8., In: *In Vitro* digestion for pigs and poultry. Redwood Press Ltd. Melksham. pp 116-127.

García de H., Sánchez C., Colmenares J., 1998. Evaluación comparativa de tres sistemas de amamantamiento de cabritos bajo explotaciones intensivas. *Zootecnia Tropical*. 16(1): 87-98

Goering H. K., Van Soest P. J., 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agric. Handbook N° 379*. ARS, USDA, Washington, D. C.

Gutiérrez M. J, 2007, Estrategias de Alimentación de la cabra lechera, CEPIPSA, FMVZ, UNAM, México.

Hamada T., Maeda S., Kameoka K., 1975. Factors influencing Growth of Rumen, Liver and other organs in kids weaned from milk replacers to solid foods. *J. Dairy Sci.* Vol. 59, No. 6, 1110-1118 pp.

Hernández – Clua *et al.*, 1988. Vaciamiento abomasal en cabritos lactantes II. *Archivos de Zootecnia* vol. 37, núm 139, 281 pp.

Hertrampf J., 2001. La lecitina mejora el rendimiento de las aves. *Selecciones Avícolas. Poultry International*, 40:12, 26-30.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geográfica), 2000. XII Censo General de Población y Vivienda.

López Fernández J.L.; Castroalonso A; Fabelo F; Arguello Henriquez A., 2002. Lactancia artificial para elevado número de animales. SEOC. Arucas, España. 869-876p.

Loste, A., Figueras L, Ferrer L.M., Fernández A., Marca M.C., Verde M.T. y Ramos J.J., 2004, Estudio de la inmunidad celular en cabritos alimentados con dos tipos de calostro. Departamento de Patología Animal y Gabinete Técnico Veterinario; Zaragoza, España.

Luquet F.M., Le Mens P., 1991. Leche y productos lácteos de vaca, oveja y cabra., Tomo I, Acribia, 384pp.

Mc Donald P., Edwards R.A., Greenhalgh D.F., Morgan C.A., 1999. *Nutrición Animal*. Acribia. España. 576p.

Meza H., Salinas G., Cadena C., 1984., Evaluación de dos dietas líquidas en una lactancia artificial para cabritos. Primera Reunión Nacional sobre Caprinocultura., UAAAN. Saltillo, Coahuila.

Miranda, L.G.L.,1995. Suplementación láctea en cabritos en confinamiento. Tesis M.C., Universidad Nacional Autónoma de México UNAM, México.

Peña F., Doménech V., Acero R., Perea J., García A., 2009. Efecto de sistemas de crianza(Leche de cabra vs. Sustituto Lácteo) y sexo en cabritos de raza florida sobre su crecimiento y características de la canal. Revista Científica, FCV – LUZ. Vol. XIX, No.6, 619 – 629 pp.

Petit H.V., Germiquet C., Lebel D., 2004. Effect of Feeding Whole, Unprocessed Sunflower Seeds and Flaxseed on Milk Production, Milk Composition, and Prostaglandin Secretion in Dairy Cows., J. Dairy Sci. 87: 3889-3898 pp.

Poindron Massot P., Hernández H.H., Navarro M.M., González D.F, Delgadillo S.J., García V.S., 2000. Relaciones Madre-Cría en cabras. Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. Artículo Tec. Ciént., p48-61.

Ramírez A., Quiles A., Hevia M. L., Sotillo F. y Ramírez M. C. ,1996. Influence of forced contact on the maternal-filial bond in the domestic goat after different periods of postpartum separation. Small Rum. Res., 23: 75-81.

Ramos A.J., Ferrer M.M., Lacasta L.D., Figueras A.L., Callejas C.M., 2006. La importancia del calostro para los corderos y cabritos recién nacidos. Diputación General de Aragón. Dirección General de Desarrollo Rural.Servicio de Programas Rurales.Informaciones Técnicas Informaciones Técnicas No. 169: 1-8.

Ruiz Z.F., Santiago B.M., Rodríguez Del A.J.M., Fuentes R.J., Maltos R.J., y Vera G.T., 2000. Evaluación de Sustituto de leche en la crianza de dos grupos raciales de cabritos. En: Memorias XXIV Congreso Nacional de Buiatría. Tellez A.S., Sánchez G.I., Gutiérrez C.J., Celada C.P, (Eds.). Guadalajara, Jal. México.

Sahlu T., Carneiro H., El Shaer H.M., Fernández J.M., 1992. Production performance and physiological responses of angora goat kids fed acidified milk replacer. *J. Dairy Sci.* 75:1643-1650 pp.

Santiago B.M., 1999. Utilización de sustituto de leche en la alimentación de dos grupos raciales de cabritos recién nacidos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UAAAN, Tesis M.C. Saltillo, Coah. México.

SAS, 1999. The SAS System for Windows. V. 8. SAS Institute. Inc. Cary, N. C., USA.

Sayalero San Miguel P. y P. Pérez de Ayala y Esquivias, 1996, Formulación de leches Artificiales: productos lácteos y programas de destete en rumiantes, XII Curso de Especialización FEDNA, TROUW Ibérica, S.A.

Shimada Miyasaka A., 2003. Nutrición animal. Ed. Trillas, México.

Tacchini F., Reborá C., Van Den Bosch S., Gascón A., Pedrani M., 2006. Formulation and testing of whey based kid goat's milk replacer. *Small Rum. Res.*, Vol.63, P 274-281.

Vargas E. D., 1997. Efecto en el uso de sustituto de leche para becerros y leche de cabra a diferentes proporciones en la alimentación de cabritos durante la lactancia. Tesis Licenciatura. UNAM. México, D.F.

9. APÉNDICE

En las Figuras siguientes se muestra el comportamiento de las variables analizadas durante el periodo de investigación (7 semanas). El consumo líquido es medido en litros; el consumo sólido, la ganancia de peso y la conversión alimenticia están medidos en kilogramos.

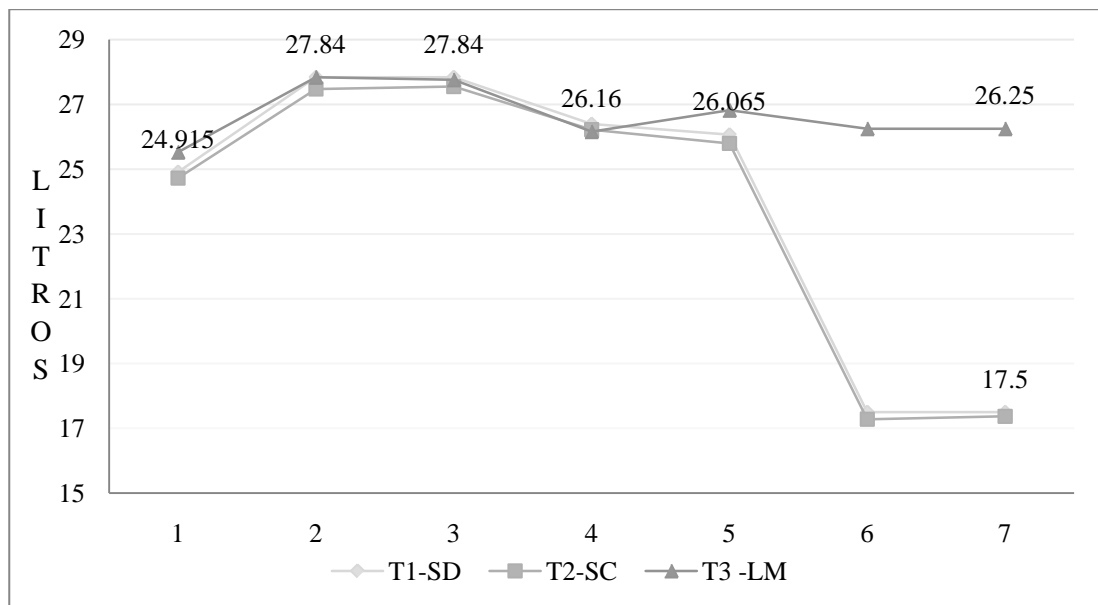


Figura 2. Consumo de alimento líquido (CL) de los cabritos bajo las tres dietas T1-SD (sustituto formulado), T2-SC (sustituto comercial), T3-LM (leche materna).

El consumo de alimento sólido está representado en la Figura 3. De acuerdo al crecimiento del cabrito, el consumo fue aumentando. No hubo cambios ($P=0.07$) en el periodo experimental.

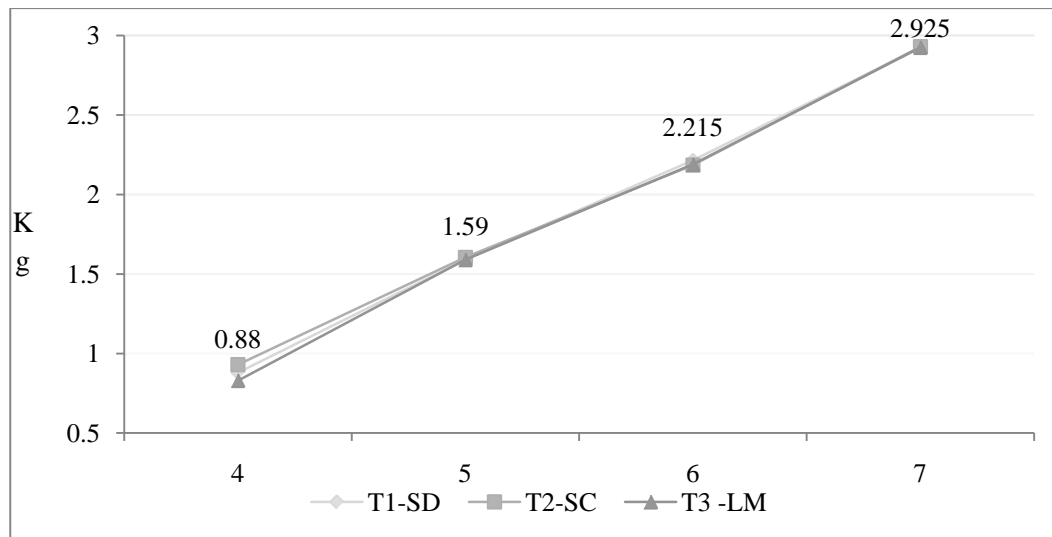


Figura 3. Consumo de concentrado (CS) de los cabritos bajo las tres dietas T1-SD (sustituto formulado), T2-SC (sustituto comercial), T3-LM (leche materna).

La Figura 4 representa el aumento de peso acumulado mostrando cambios ($P=0.03$) entre tratamientos durante el periodo experimental, los pesos inician después de la semana de adaptación.

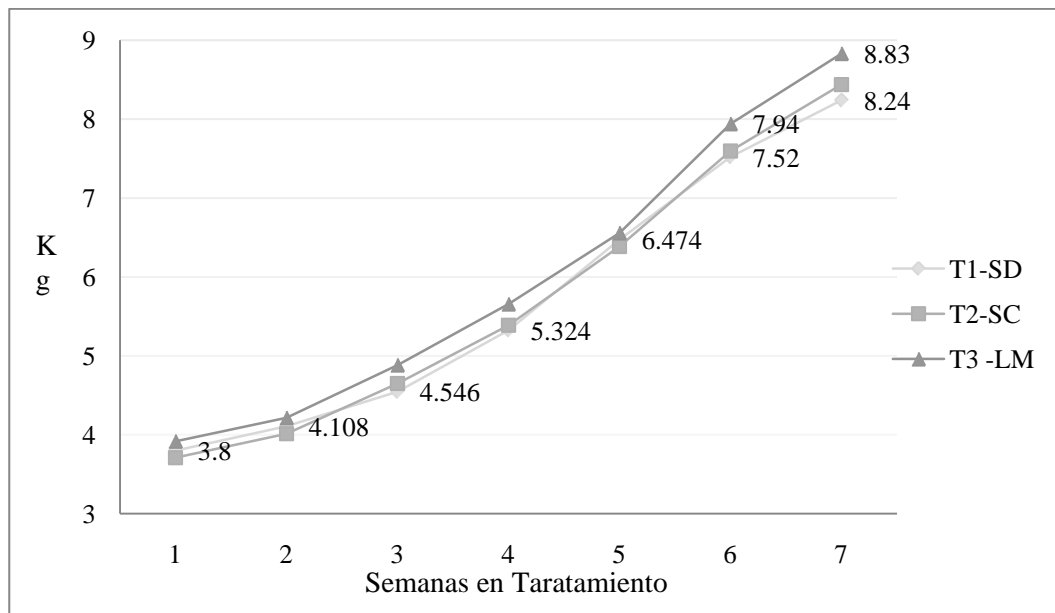


Figura 4. Aumento de peso de los cabritos bajo las tres dietas: T1-SD (sustituto formulado), T2-SC (sustituto comercial), T3-LM (leche materna).

Dentro de los análisis de laboratorio se incluyó una digestibilidad de la lisina para no rumiantes de acuerdo a Furuya (1991), para simular la digestión dentro del intestino de los cabritos sobre el sustituto formulado, además de cada uno de los ingredientes con los que fue formulado, encontrándose los siguientes resultados:

Cuadro 7. Digestibilidad ileal verdadera de lisina en ingredientes del sustituto formulado, sustituto lácteo comercial y sustituto formulado *in vitro* para no rumiantes.

Ingrediente	% Lisina
Soya	75.64
Girasol	89.91
Lecitina*	90.95
Sustituto Lácteo comercial	95.46
Sustituto Desarrollado	92.5

*Premezcla comercial: Minerales, vitaminas y aminoácidos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Cuadro 7 se supone que los ingredientes del sustituto son más digestibles individualmente que ya dentro de la fórmula, pero gracias a la lecitina que emulsiona las grasas contenidas dentro de la semilla de girasol, ocurre un efecto de digestibilidad asociada, lo que nos dice que los valores obtenidos para las digestiones son confiables.