

# EFFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE UN CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE SOYA Y DOS FUENTES DE ENERGÍA EN EL SUBSTITUTO DE LECHE EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CABRITOS NUBIOS.

## Effect of a Soy Protein Concentrate and Two Energy Sources as Milk Substitutes on Productive Performance Nubian Kids.

Marta Olivia Díaz Gómez<sup>1</sup>, Manuel Antonio Ochoa Cordero<sup>1</sup>, Glafiro Torres Hernández<sup>2</sup>, Peter Bisett Mandeville<sup>3</sup>, Jorge Urrutia Morales<sup>4</sup> y Felipe de Jesús Morón Cedillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de investigaciones agropecuarias, Facultad de Agonomía, <sup>3</sup> Facultad de Medicina de la U.A.S.L.P. E-mail: mdiaz@uaslp.mx. <sup>2</sup> Programa de Ganadería, C.P. Montecillos Edo. de México. <sup>4</sup> Campo experimental San Luis, INIFAP.

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la inclusión de un concentrado de proteína de soya y dos fuentes de energía en el sustituto de leche sobre el comportamiento productivo de cabritos Nubios desde el nacimiento hasta el destete, manejados en la Unidad Caprina de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Se utilizaron sesenta y ocho cabritos (35 hembras y 33 machos) asignados de manera aleatoria a los tratamientos: T<sub>1</sub>: proteína láctea + sebo de res, T<sub>2</sub>: 20,0% de concentrado de proteína de soya + sebo de res, T<sub>3</sub>: 40,0% de concentrado de proteína de soya + sebo de res, T<sub>4</sub>: proteína láctea + sebo de puerco, T<sub>5</sub>: 20,0% de concentrado de proteína de soya + sebo de puerco y, T<sub>6</sub>: 40,0% de concentrado de proteína de soya + sebo de puerco. El concentrado de proteína de soya no afectó (P>0,05) el consumo de dieta líquida ni la ganancia diaria de peso promedio, pero afectó significativamente (P<0,05) el consumo de concentrado de iniciación (95; 95 y 97 g d<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup>). Las fuentes de energía no afectaron (P>0,05) el consumo de la dieta líquida ni la ganancia diaria de peso promedio, pero afectaron (P<0,05) el consumo de concentrado de iniciación (97 vs 95 g d<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup>). El sexo de los cabritos no afectó (P>0,05) el consumo del sustituto de leche ni la ganancia diaria de peso promedio, pero sí afectó (P<0,05) el consumo de concentrado de iniciación (100 vs. 92 g d<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup> para machos y hembras, respectivamente). El periodo experimental (semanas) afectó significativamente (P<0,05) todas las variables. Los niveles de concentrado de proteína de soya,

fuentes de energía y sexo de la cría no afectaron (P>0,05) la conversión de alimento en base a sólidos totales de la leche. Se presentaron algunas interacciones significativas (P<0,05) en el consumo de sustituto de leche y concentrado de iniciación. Se concluye que es posible criar cabritos con sustitutos de leche elaborados a base de concentrado de proteína de soya, sebo de res y/o de puerco.

**Palabras clave:** Sustituto de leche, concentrado de iniciación, concentrado de proteína de soya, sebo de res, sebo de puerco, cabritos.

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the inclusion of a concentrate of soy protein and two energy sources as milk substitutes on productive performance of Nubian kids from birth to weaning, managed at the Goat Unit of the Faculty of Agronomy, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Sixty eight kids (35 females and 33 males) were randomly assigned to the treatments: T<sub>1</sub>: lactic protein + cow lard, T<sub>2</sub>: 20.0% of concentrate of soy protein + cow lard, T<sub>3</sub>: 40.0% of concentrate of soy protein + cow lard, T<sub>4</sub>: lactic protein + pork lard, T<sub>5</sub>: 20.0% concentrate of soy protein + pork lard and, T<sub>6</sub>: 40.0% of concentrate of soy protein + pork lard. The concentrate of soy protein did not affect (P>0.05) neither the consumption of liquid diet nor average daily weight gain, but it affected (P<0.05) consumption of the starting concentrate (95; 95, and 97 g d<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup>). The energy sources did not affect (P>0.05) neither consumption of the liquid diet nor average daily weight gain, but they affected (P<0.05) consumption of

the starting concentrate (97 vs 95 g d<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup>). Sex of kid did not affect (P>0.05) neither consumption of the milk substitute nor average daily weight gain, but it affected (P<0.05) consumption of the starting concentrate (100 vs 92 g d<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup> for males and females, respectively). The experimental period (weeks) affected (P<0.05) all variables. The levels of the concentrate of soy protein, energy sources, and sex of kids did not affect (P>0.05) feed conversion based on milk total solids. There were some significant interactions (P<0.05) on consumption of the milk substitute and starting concentrate. It is concluded that it is possible to raise kids with milk substitutes prepared with a concentrate of soy protein, cow and/or pork lard.

**Key words:** Milk substitute, starting concentrate, concentrate of soy protein, cow lard and/or pork, kids.

## INTRODUCCIÓN

En México existen aproximadamente 8,9 millones de caprinos, los cuales producen 160,000 ton de leche que se consume principalmente en forma de quesos, cajeta (dulce tipo jalea, con más de 100 años de producirse en México) y caramelos. Los estados de Coahuila y Durango (zona norte del país) producen casi la mitad de la leche en el país. En la parte central destacan los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Michoacán con el 33% de leche a nivel nacional [9, 22].

En los últimos años se ha mantenido un creciente interés por los sistemas de producción de leche caprina con un nuevo enfoque agroindustrial, donde es muy importante el volumen de leche producida para que el sistema sea económicamente rentable, en consecuencia es necesario comercializar la mayor cantidad de leche posible. Esto genera la necesidad de establecer procedimientos de crianza de cabritos que permitan destinar la mayor cantidad de leche para la venta, sin afectar el desarrollo de las crías [13]. Algunas estrategias de manejo pueden ser el destete temprano de los cabritos (42 días de edad), cuando el consumo de alimento y los índices de crecimiento no sean afectados negativamente [4, 15]. También se reporta que es posible destetar los cabritos cuando tengan un consumo de concentrado de iniciación entre 30 y 50 g d<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup> [4, 15]. El uso de lacto reemplazantes exige que estos productos tengan características nutritivas muy parecidas a la leche materna, que sean económicos, palatables y que los cabritos tengan un buen comportamiento productivo. El objetivo de este estudio fue evaluar la inclusión de un concentrado de proteína de soya y dos fuentes de energía en sustitutos de leche en el comportamiento productivo de cabritos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Localización.* El estudio se realizó en la Unidad Caprina de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San

Luis Potosí, México, localizada en el ejido "Palma de la Cruz", municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., en el km. 14,5 de la carretera San Luis Potosí–Matehuala, 22° 14' N y 100° 51' O, 1835 msnm. El clima es seco y frío, con una temperatura media anual de 17,8°C y una precipitación media anual de 271 mm [5].

*Animales y tratamientos.* Se utilizaron 68 cabritos de la raza Nubia recién nacidos (35 hembras y 33 machos) que fueron asignados al azar al nacer a los tratamientos: T<sub>1</sub>: proteína láctea + sebo de res [5 machos (M) y 5 hembras (H)], T<sub>2</sub>: 20,0% de concentrado de proteína de soya + sebo de res (5 M y 6 H), T<sub>3</sub>: 40,0% de concentrado de proteína de soya + sebo de res (6 M y 6 H), T<sub>4</sub>: proteína láctea + sebo de puerco (6 M y 7 H), T<sub>5</sub>: 20,0% de concentrado de proteína de soya + sebo de puerco (5 M y 5 H hembras) y T<sub>6</sub>: 40,0% de concentrado de proteína de soya + sebo de puerco (6 M y 6 H) TABLA I. Los sustitutos lácteos fueron balanceados al 25,0% de proteína cruda, 23,0% de grasa y 30,0% de lactosa, según lo recomendado en la literatura [14, 17, 18].

Los sucedáneos lácteos proporcionaron cantidades adecuadas de macro y micro minerales, vitaminas ADE, sal, antibióticos y lecitina como emulsificador. La composición química de los sustitutos de leche se detalla en la TABLA II.

*Manejo general.* Los cabritos al momento del nacimiento fueron retirados de sus madres pesados e identificados. Se distribuyeron dos animales por corral, con dimensiones de 2 x 2 m, equipados con bebedero y comedero tipo canoa. El calostro materno se ofreció en biberones a razón del 10,0% de su peso vivo, en dos tomas por día, a las 07,00 y a las 15,00 horas. El tercer día de edad recibieron 50,0% de calostro y 50,0% del sustituto, y a partir del cuarto día consumieron únicamente sustituto *ad libitum*, proporcionado en biberones una vez que los sustitutos eran hidratados, con una concentración de sólidos totales de 150 g L<sup>-1</sup>. A la semana de edad se les aplicó hierro (1,0 ml animal<sup>-1</sup>) y selenio (0,1 ml animal<sup>-1</sup>) intramuscular, la aplicación de hierro se repitió a la segunda semana de edad. Los cabritos recibieron un concentrado de iniciación a partir de la segunda semana de edad, compuesto de granos de cereales enteros (cebada y sorgo 65,0%), harina de soya (21,5%) heno de alfalfa (11,5%), sal y minerales (2,0%), formulado para proporcionar 18,0% de proteína cruda, 7,0% de fibra cruda y 2,6 Mcal kg<sup>-1</sup> de energía metabolizable. Hasta la cuarta semana de edad, este concentrado se suministró una vez al día y de la quinta a la novena semana, dos veces al día después de la dieta líquida.

*Variables evaluadas.* Fue registrado el consumo diario de dieta líquida (g d<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup>), concentrado de iniciación (g d<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup>), peso al nacimiento y a los tres días de nacidos. A partir de ese momento se registraron los cambios de peso cada 7 días (07:00 h) previo ayuno, hasta el destete a las nueve semanas de edad. El índice de conversión de alimento se calculó de dos formas: dieta líquida consumida (sólidos totales kg)/ganancia de peso promedio (kg) y sólidos totales (kg) de la

**TABLA I**  
**FORMULACIÓN DE LOS SUBSTITUTOS DE LECHE USADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CABRITOS (%)**  
**MILK REPLACER FORMULATION USED IN KIDS FEEDING (%)**

Ingredientes	Tratamientos					
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
Leche Descremada	53,0	44,7	31,5	54,0	45,9	31,5
Caseína	7,5	4,5	4,5	7,0	4,5	4,5
Conc. de proteína de soya	0,0	7,7	15,5	0,0	7,6	15,5
Almidón de trigo	8,0	8,0	6,5	9,0	7,0	7,5
Sebo de res	24,0	24,0	24,0	0,0	0,0	0,0
Sebo de puerco	0,0	0,0	0,0	23,0	23,0	23,0
Lactosa	3,5	7,0	14,0	3,0	8,0	14,0
Fosfato dicálcico	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sal	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Min. Trazas	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vit. ADE	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Antibiótico	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Lecitina	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Total	99,80	99,70	99,80	99,80	99,80	99,80

**TABLA II**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SUBSTITUTOS DE LECHE UTILIZADOS EN LA CRIANZA DE CABRITOS/**  
**CHEMICAL COMPOSITION OF MILK REPLACER**  
**USED IN KIDS RAISING**

Componentes%	Tratamientos					
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
Humedad	3,20	3,17	3,23	3,20	3,17	3,23
Proteína cruda	25,33	25,40	25,32	25,82	25,22	25,32
Grasa	23,57	23,48	23,35	23,31	23,21	23,18
Lactosa	30,80	30,69	30,81	30,89	30,71	30,21

dieta líquida + concentrado de iniciación (M.S.) kg/ ganancia de peso promedio (kg). Para el análisis económico se consideró el costo de cada uno de los substitutos lácteos por litro, el costo del concentrado de iniciación por kilogramo y el consumo por semana de la dieta líquida y del concentrado de iniciación desde los tres días de nacido hasta las nueve semanas de edad, momento en que fueron destetados.

*Análisis estadístico.* Los datos se analizaron con el paquete estadístico "R" [8], mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 2, utilizando el siguiente modelo:

$$Y_{ijklm} = \mu + NP_i + E_j + S_k + P_l + (NP \times E)_{ij} + (NP \times S)_{ik} + (NP \times P)_{il} + (E \times S)_{jk} + (E \times P)_{jl} + (S \times P)_{kl} + E_{ijklm}$$

En donde  $Y_{ijklm}$ : ganancia de peso ( $g d^{-1}$ ), peso del cabrito (kg), consumo de substituto lácteo (kg), consumo de con-

centrado de iniciación (kg) y conversión de alimento (kg/kg);  $\mu$ : media de la población;  $NP_i$ : efecto del i-ésimo nivel de proteína (1,2,3);  $E_j$ : efecto del j-ésimo nivel de energía (1,2);  $S_k$ : efecto del k-ésimo sexo del cabrito (1, 2);  $P_l$ : efecto del l-ésimo periodo, o semana (1, 2, 3, ..., 9);  $(NP \times E)_{ij}$ ,  $(NP \times S)_{ik}$ ,  $(NP \times P)_{il}$ ,  $(E \times S)_{jk}$ ,  $(E \times P)_{jl}$ ,  $(S \times P)_{kl}$ : efectos de interacciones y  $E_{ijklm}$ : error residual NID (0,  $\sigma^2 e$ ). Se efectuó la prueba de HSD de Tukey [21] cuando se encontró significancia al 0,05 de probabilidad. Por otra parte, se realizó un análisis de regresión entre las variables ganancia de peso y periodo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Efecto del nivel concentrado de proteína de soya y fuentes de energía.* Las medias y desviación estándar de las variables consumo del substituto de leche y concentrado de iniciación, así como de la ganancia diaria promedio de peso, de acuerdo a diferentes niveles de inclusión con concentrado de proteína de soya y fuentes de energía en los substitutos de leche proporcionados a los cabritos, se detallan en la TABLA III.

La inclusión de concentrado de proteína de soya en la elaboración de substitutos de leche para cabritos no afectó ( $P > 0,05$ ) el consumo de leche ni la ganancia diaria promedio de peso. Sin embargo, el consumo de concentrado de iniciación difirió ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos. Los cabritos alimentados con el substituto que contenía concentrado de soya al 40,0% consumieron mayor cantidad de concentrado de iniciación ( $97 g d^{-1}$ ) que los alimentados con el substituto que contenía 0,0 y 20,0% de concentrado de soya ( $95 g d^{-1}$  para ambos). Este mayor consumo es debidamente posible al menor

**TABLA III**  
**CONSUMO DEL SUBSTITUTO DE LECHE, CONCENTRADO DE INICIACIÓN Y GANANCIA DIARIA PROMEDIO DE PESO DE CABRITOS CRIADOS CON SUBSTITUTO DE LECHE/ MILK REPLACER INTAKE, SOLID FEED AND AVERAGE DAILY WEIGHT GAIN OF KIDS RAISING WITH MILK REPLACER**

Factores	Consumo del sustituto de leche (g d <sup>-1</sup> )	Consumo de concentrado de iniciación (g d <sup>-1</sup> )	Ganancia diaria promedio de peso (g d <sup>-1</sup> )
Concentrado de proteína de soya %			
0,0	1146±411 a	95±62 a	138±,07 a
20,0	1146±435 a	95±65 a	140±,08 a
40,0	1136±430 a	97±64 b	135±,06 a
Fuente de energía			
Sebo de res	1143±429 a	97±63 a	137±,07 a
Sebo de puerco	1142±423 a	95±64 b	138±,07 a

Columnas con diferente literal son significativos (P<0,05).

consumo del sustituto de leche (P>0,05), reflejándose en una menor ganancia de peso (P>0,05) con este nivel de concentrado de soya. Similares resultados fueron enunciados [1, 2, 11], en becerros que recibían menos leche y consumían más forraje; estos resultados sugieren que la ingestión de forraje + leche puede regularse metabólicamente, ya que a medida que declina la ingestión de leche, se incrementa substancialmente la ingestión de forraje.

La sustitución de más del 30% de la proteína de la leche por concentrado de proteína de soya, en los sustitutos lácteos reduce el desarrollo y salud de los animales [20]. Sin embargo se ha manifestado un crecimiento satisfactorio con sustituciones del 50% de la proteína cruda total del sustituto de leche por concentrado de proteína de soya [3].

Las fuentes de energía no afectaron el consumo del sustituto de leche ni la ganancia diaria promedio de peso (P>0,05), mientras que si afectaron el consumo de concentrado de iniciación (P<0,05). Los cabritos que consumieron el sustituto de leche complementado con sebo de res tuvieron un consumo mayor de concentrado (97 vs 95 g d<sup>-1</sup>). En ese sentido, se puede observar que un incremento en el consumo del concentrado de iniciación no repercute en una mayor ganancia de peso (P>0,05).

Cuando se utilizó Megalac<sup>®</sup> (5 y 10%) como fuente de energía en cabritos, el consumo de concentrado fue mayor con el máximo nivel del producto (225 vs 172 g d<sup>-1</sup>), lo cual se refleja en mayores ganancias de peso (159 vs 146 g d<sup>-1</sup>) y mayor peso al destete (16,5 vs 14,9 kg) [19]. El consumo de concentrado de iniciación varía de acuerdo a la raza; así, en cabritos Españoles, cruce Boer x Española y Boer x Angora. El consumo promedio de concentrado de iniciación de la semana 3 a la 8 fue de 120, 133 y 119 g d<sup>-1</sup> respectivamente [12].

Efecto del sexo y periodo de alimentación. El sexo de los cabritos no influyó (P>0,05) en el consumo del sustituto de leche ni en el promedio de ganancia diaria de peso. Sin embar-

go, el consumo de concentrado de iniciación fue mayor en los machos (P<0,05) 100 vs 92 g d<sup>-1</sup> (TABLA IV).

Respuestas diferentes se encontraron con cabritos criollos alimentados con leche de cabra [13], el consumo de leche promedio por periodo y tratamiento no fue diferente (P>0,05) entre sexos, aunque los machos mostraron una leve superioridad (66,9 vs 61,9 kg).

Durante todo el periodo experimental se presentó una diferencia significativa (P<0,05) de las variables: consumo del sustituto de leche concentrado de iniciación y ganancia diaria promedio de peso. El consumo del sustituto de leche tubo un incremento sostenido desde la primera hasta la quinta semana, presentando un decremento en la fase final. Mientras que el consumo de concentrado de iniciación aumento gradualmente desde el inicio (segunda semana) hasta la finalización del periodo experimental. El promedio de la ganancia diaria de peso de los cabritos fue variable (P<0,05). La máxima ganancia de peso se presentó en las semanas 3; 6 y 7 (154 g d<sup>-1</sup> en cada una) y el menor incremento ocurrió en las semanas 3 (117 g d<sup>-1</sup>) y 9 (121g d<sup>-1</sup>). El consumo total (sustituto de leche más concentrado de iniciación) por semana en base a porcentajes de cada uno y su relación con el promedio de ganancia diaria de peso de los cabritos, se presenta en la TABLA V.

Se observó que la máxima ganancia de peso de los cabritos estuvo relacionada con el máximo consumo del alimento (sustituto de leche + concentrado de iniciación), que se presentó entre las semanas de la 5 y 7, donde la diferencia en el porcentaje de consumo aportado por la leche varió entre 1 y 3%. En la última semana se observó una disminución muy importante en la ganancia de peso, que bien puede ser atribuida a la disminución abrupta en el consumo total del alimento (522 g d<sup>-1</sup>), en la que se incluye una disminución del 65% en el consumo de sustituto de leche, que no fue suficientemente compensada por el aumento en el consumo del concentrado de iniciación del 38%. En corderos, tanto hembras como machos, alimentados con sustituto y alimento iniciador, no se presentó

**TABLA IV**  
**EFFECTO DEL SEXO DE CABRITOS Y EL PERIODO DE ALIMENTACIÓN SOBRE EL CONSUMO DEL SUBSTITUTO DE LECHE, CONCENTRADO DE INICIACIÓN Y GANANCIA DIARIA PROMEDIO DE PESO DE CABRITOS CRIADOS CON SUBSTITUTO DE LECHE/ EFFECT OF SEX AND FEEDING PERIOD ON MILK REPLACER INTAKE, SOLID FEED AND AVERAGE DAILY WEIGHT GAIN OF KIDS RAISING WITH MILK REPLACER**

Factores	Consumo del sustituto de leche (g d <sup>-1</sup> )	Consumo de concentrado de iniciación (g d <sup>-1</sup> )	Ganancia diaria de promedio (g d <sup>-1</sup> )
<b>Sexo</b>			
Hembras	1142±423 a	92±62 b	134±,07a
Machos	1143±429 a	100±65 a	142±,08 a
<b>Periodo (semanas)</b>			
1	686±64 a	0.0±0,0 a	132±,07 d
2	964±45 b	25±2,62 b	127±,07 e
3	1331±133 c	47±3,92 c	117±,07 g
4	1451±158 dg	68±2,91 d	136±,07 c
5	1562±68 ef	92±2,98 e	154±,06 a
6	1554±46 f	119±5,93 f	154±,07 a
7	1480±158 g	145±5,93 g	154±,06 a
8	932±57 h	170±9,67 h	145±,07 b
9	325±65 i	197±5,01 i	121±1,00 f

Columnas con diferente literal son significativos (P<0,05).

un efecto en el peso corporal antes de los 49 días (sacrificio). Sin embargo, después de los 49 días los corderos (hembras y machos) con alimento sólido mostraron mayores ganancias que los alimentados con sustituto de leche [10].

**Peso corporal.** La ganancia de peso corporal de los cabritos presentó una respuesta lineal (P<0,05) y se describe por la ecuación:  $Y = 2,2044 + 1,0027 X$  (r = 0,9975), en donde Y: peso corporal, en función de la edad en semanas (períodos). La relación mínima de peso al destete debe ser 2,5 a 3 veces el peso de nacimiento [16], en este caso se alcanzó una relación de 3,5 veces el peso del nacimiento, que en promedio fue de 2,51 kg y se destetó con un peso vivo promedio de 11,35 kg, con un consumo promedio mínimo de concentrado de iniciación de 95,60 g d<sup>-1</sup>, superior a los 50 g d<sup>-1</sup> que se recomienda [7]. Sin embargo, se reporta que es posible destetar cabritos que solamente hayan alcanzado una relación de 1,5 veces su peso de nacimiento, con consumos mínimos de 50 g d<sup>-1</sup> de concentrado de iniciación [13].

**Índice de conversión de alimento.** La inclusión de concentrado de proteína de soya a diferentes niveles, así como las diferentes fuentes de energía utilizadas en la elaboración del sustituto de leche y el sexo de los cabritos no afectaron (P>0,05) la conversión de alimento de sólidos totales de la leche. La misma tendencia se observó en la conversión de alimento de sólidos totales más materia seca del concentrado de iniciación. La conversión de alimento más eficiente fue de 1,95, presentada por los cabritos alimentados con el sustituto de leche con 0,0% de concentrado de proteína de soya, no siendo significativas las fuentes de energía, siendo menos eficientes los cabritos alimentados con sustituto de leche elabo-

**TABLA V**  
**CONSUMO DE SUBSTITUTO DE LECHE Y CONCENTRADO DE INICIACIÓN EN PORCENTAJES DEL CONSUMO TOTAL Y SU RELACIÓN CON LA GANANCIA DE PESO DE CABRITOS CRIADOS CON SUBSTITUTO DE LECHE/ MILK REPLACER INTAKE AND SOLID FEED IN PERCENTAGE OF TOTAL INTAKE AND HIS RELATION WITH WEIGHT GAIN OF KIDS RAISING WITH MILK REPLACER**

Periodo (semanas)	Consumo total de alimento (g d <sup>-1</sup> )	Consumo de sustituto de leche (%)	Consumo de concentrado de iniciación (%)	Ganancia diaria promedio de peso (g d <sup>-1</sup> )
1	686	100	0	132±,07d
2	989	97,5	2,5	127±,07e
3	1378	96,6	3,5	117±,07g
4	1519	95,5	4,5	136±,07c
5	1654	94,4	5,6	154±,06a
6	1673	92,9	7,1	154±,07a
7	1625	89,6	10,4	154±,06a
8	1102	84,5	15,5	145±,07b
9	522	62,2	37,8	121±1,00f

Columnas con diferente literal son significativos (P<0,05).

rado con 40,0% de concentrado de proteína de soya; al consumir mayor cantidad de concentrado de iniciación, menor sustituto de leche y obteniendo las menores ganancias de peso (TABLA VI).

Similares resultados han sido reportados en cabritos Alpinos alimentados con leche de cabra *ad libitum*, con una conversión de alimento de 2,16 [6]. Pero se reportan conversiones de alimento más eficientes en cabritos de raza Española (1,99), Boer x Angora (1,66) y Boer x Española (1,77) [12].

Durante todo el periodo de prueba (semanas), las conversiones de alimento de los cabritos fueron diferentes ( $P<0,05$ ), la conversión alimenticia de sólidos totales en las semanas 1, 2 y 8 fueron iguales y presentaron la mejor eficiencia alimenticia, mientras que la menor se observó en las

semanas 3; 4; 5; 6; y 7. La conversión de alimento, expresada en función del consumo de sólidos totales del sustituto de leche más la materia seca del concentrado de iniciación, difirió en el periodo de estudio ( $P<0,05$ ). En las semana 1 y 2 se observó la conversión alimenticia más eficiente; al respecto, se menciona [17] que la máxima eficiencia de conversión alimenticia se presenta a edades tempranas de los cabritos. La menor eficiencia de conversión de alimento se presentó en las semanas de la 3 a la 9, alcanzado el mínimo valor en la semana 7 con 2,44. En cabritos criollos alimentados con sustituto de leche para becerros se obtuvo una conversión de 2,5, dato similar al conseguido en este experimento, mejorando la conversión de alimento (2,1) al suministrar sustituto de leche para cabritos [18].

**Análisis económico.** La aplicación del sustituto de leche más el concentrado de iniciación en la crianza de cabritos generaron un costo \$ 423,74 por animal, considerando que el precio del sustituto de leche es \$ 4,53 l<sup>-1</sup>, el del concentrado de iniciación \$2,30 kg<sup>-1</sup>. Los cabritos criados de esta manera deben de ser vendidos como sementales a través del programa de ganado mejor de los gobiernos de los estados, los sementales tienen un costo de \$ 4,000 lo cual permite mayor ganancias a los productores, o bien, aunque el precio del sustituto lácteo sea superior al de la leche, aún se tiene el beneficio del valor agregado de la comercialización del queso panela, que tiene un costo de \$50,00 por kg y se utilizan 8,0 l de leche por kg de queso.

La interacción de tres niveles de concentrado de proteína de soya x dos fuentes de energía [sebo de puerco (p) y sebo de res (r)] en el consumo de sustituto de leche por cabritos de raza nubia tuvo un incremento progresivo en los niveles de 0,0 y 40,0% de concentrado de proteína de soya al pasar de sebo de puerco a sebo de res, como fuente de energía (FIG. 1), siendo los valores del consumo de sustituto de leche ligeramente mayores en el nivel de 0,0 de concentrado de proteína de soya. En el nivel de 20,0% de concentrado de proteína de soya se presentó un patrón inverso, es decir, el consumo de sustituto de leche decreció al pasar de sebo de puerco a sebo de res. El valor máximo de consumo de sustituto de leche fue 1168 g d<sup>-1</sup> en el nivel de 20,0% de concentrado de proteína de soya, mientras que el menor fue 1127 g d<sup>-1</sup> en el nivel de 40,0% de concentrado de proteína de soya.

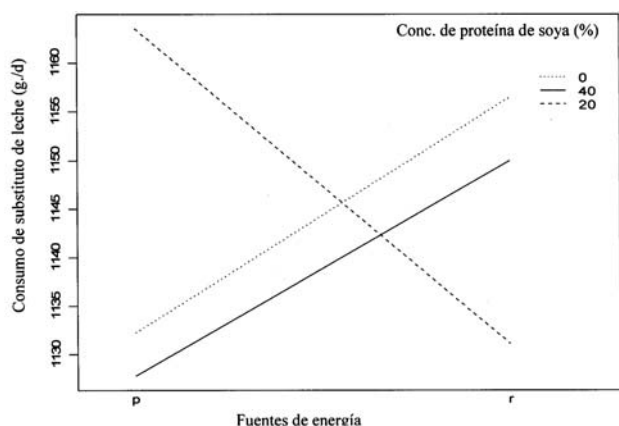
A partir de la semana 1, la interacción de concentrado de proteína de soya x periodo mostró un incremento progresivo en el consumo de sustituto de leche en los tres niveles (0,0; 20,0 y 40,0%) del concentrado de proteína, alcanzando un máximo en la semana 5 con los niveles de 20,0 y 40,0%, mientras que con el nivel de 0,0% alcanzó su máximo valor en la semana 4 (FIG. 2). De la semana 5 a la 7, el consumo del sustituto de leche en los niveles de 20,0 y 40,0% del concentrado de proteína permaneció más o menos constante, y a partir de la semana 7 ese consumo en ambos niveles mostró una caída súbita lineal hasta la semana 9. Por otro lado, el consumo del sustituto de leche sin concentrado de proteína de soya empezó a disminuir

TABLA VI

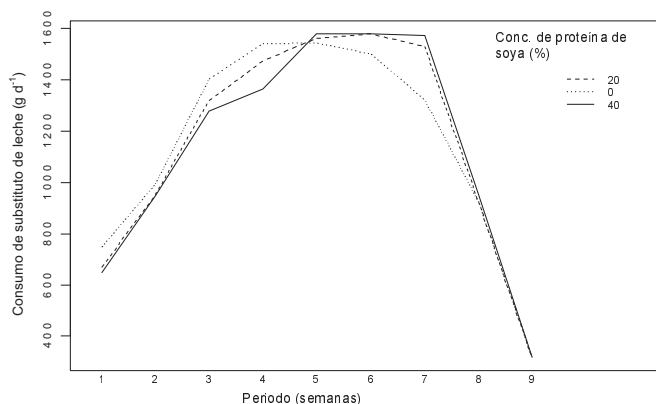
**EFFECTO DEL NIVEL DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE SOYA, FUENTE DE ENERGÍA, SEXO Y EL PERIODO DE ALIMENTACIÓN SOBRE LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS CABRITOS, EN BASE A SÓLIDOS TOTALES (S.T.) DEL SUSTITUTO DE LECHE MAS CONCENTRADO DE INICIACIÓN (M.S.)/ EFFECT OF CONCENTRATE OF SOY PROTEIN LEVEL, ENERGY SOURCES, SEX AND FEEDING PERIOD ON FEED CONVERSION OF KIDS, IN BASE TO TOTAL SOLIDS (T. S.) OF MILK REPLACER PLUS SOLID FEED (D.M.)**

Factores	Conversión alimenticia en base a sólido totales (s.t.)	Conversión alimenticia en base a s.t. más M.S. del concentrado de iniciación
<i>Concentrado de proteína de soya%</i>		
0,0	1,49 ± 1,34 a	1,95 ± 0,90 a
20,0	1,42 ± 0,87 a	2,08 ± 1,00 ab
40,0	1,46 ± 0,82 a	2,29 ± 1,17 b
<i>Fuente de energía</i>		
Sebo de res	1,47 ± 1,16 a	2,05 ± 1,04 a
Sebo de puerco	1,43 ± 0,87 a	2,15 ± 0,48 a
<i>Sexo</i>		
Hembras	1,43 ± 0,82 a	2,14 ± 1,07 a
Machos	1,49 ± 1,21 a	2,07 ± 1,00 a
<i>Periodo (semanas)</i>		
1	1,16 ± 1,02 a	1,17 ± 1,02 a
2	1,45 ± 1,02 a	1,66 ± 1,06 a
3	1,76 ± 0,74 c	2,25 ± 0,90 b
4	1,63 ± 0,55 c	2,24 ± 0,97 b
5	1,69 ± 0,60 c	2,29 ± 0,81 b
6	1,71 ± 0,68 c	2,24 ± 0,83 b
7	1,78 ± 1,60 c	2,44 ± 0,74 b
8	1,33 ± 1,03 a	2,30 ± 0,94 b
9	1,58 ± 0,60 b	2,16 ± 1,30 b

Columnas con diferente literal son significativos ( $P<0,05$ ).



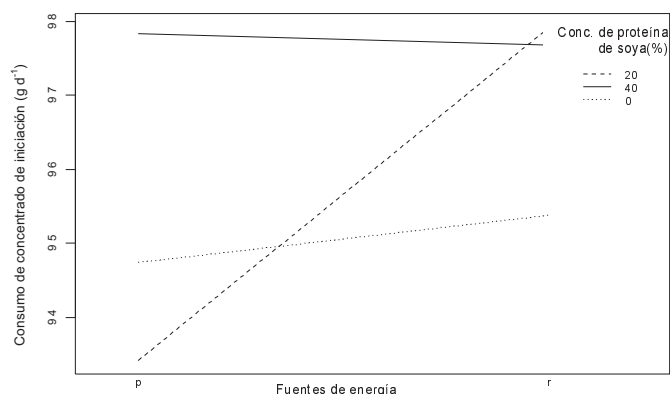
**FIGURA 1. INTERACCIÓN DE TRES NIVELES DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE SOYA X DOS FUENTES DE ENERGÍA [SEBO DE PUERCO (P) Y SEBO DE RES (R)] EN EL CONSUMO DE SUSTITUTO DE LECHE POR CABRITOS DE RAZA NUBIA/ INTERACTION OF THREE LEVELS OF CONCENTRATE OF SOY PROTEIN INTAKE X TWO ENERGY SOURCES [PORK LARD (P) AND COW LARD (R)] ON MILK REPLACER INTAKE BY NUBIAN KIDS.**



**FIGURA 2. INTERACCIÓN DE TRES NIVELES DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE SOYA X PERIODO (SEMANAS) EN EL CONSUMO DE SUSTITUTO DE LECHE POR CABRITOS DE RAZA NUBIA/ INTERACTION OF THREE LEVELS OF CONCENTRATE OF SOY PROTEIN X PERIOD (WEEKS) ON MILK REPLACER INTAKE BY NUBIAN KIDS.**

gradualmente a partir de la semana 4, aunque su caída no fue tan drástica como en el caso del consumo en los niveles de 20,0 y 40,0% de concentrado de proteína de soya. Los consumos máximos observados fueron 1531 g d<sup>-1</sup> en la semana 4 para el sustituto de leche sin el concentrado de proteína de soya, 1542 g d<sup>-1</sup> en la semana 6 para el sustituto de leche en el nivel de 20,0% de concentrado de proteína de soya, y 1574 g d<sup>-1</sup> en la semana 7 para el sustituto de leche en el nivel de 40,0% de concentrado de proteína de soya.

Teniendo el sebo de puerco como fuente de energía, los cabritos consumieron 93,1 g d<sup>-1</sup> del concentrado de iniciación con el concentrado de proteína de soya al nivel de 20,0%, 94,8



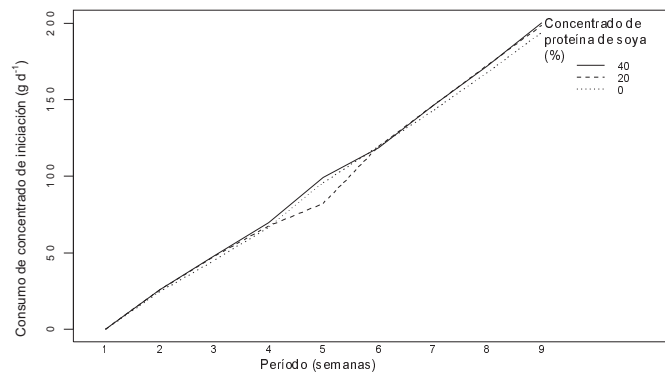
**FIGURA 3. INTERACCIÓN DE TRES NIVELES DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE SOYA X DOS FUENTES DE ENERGÍA (P Y R) EN EL CONSUMO DE CONCENTRADO DE INICIACIÓN POR CABRITOS DE RAZA NUBIA/ INTERACTION OF THREE LEVELS OF CONCENTRATE OF SOY PROTEIN X TWO ENERGY SOURCES (P Y R) ON SOLID FEED INTAKE BY NUBIAN KIDS.**

g d<sup>-1</sup> con el concentrado de proteína de soya al 0,0%, y 97,9 g d<sup>-1</sup> con el concentrado de proteína de soya al 40,0% (FIG. 3). Cuando la fuente de energía fue el sebo de res, el consumo del concentrado de iniciación por los cabritos fue 95,3 g d<sup>-1</sup> con el concentrado de proteína de soya al 0,0%, mientras que para los niveles de 20,0 y 40,0% del concentrado de proteína de soya los consumos fueron prácticamente iguales (97,9 y 97,8 g d<sup>-1</sup>, respectivamente). Es importante observar la relación inversa que mostró el consumo de concentrado de iniciación por los cabritos según la fuente de energía en el nivel de concentrado de proteína de soya al 20,0%.

El consumo de concentrado de iniciación por los cabritos tuvo un aumento progresivo, similar, y casi lineal de la semana 1 a la 9 en los tres niveles (0,0; 20,0 y 40,0%) de concentrado de proteína (FIG. 4). Una excepción en el comportamiento de los tres niveles del concentrado de proteína de soya se presentó en la semana 5, en la que los consumos de los concentrados de iniciación fueron 99 y 95 g d<sup>-1</sup> (P<0,05) para los niveles de 40,0 y 0,0% de concentrado de proteína de soya, respectivamente, y 78 g d<sup>-1</sup> para el nivel de 20,0% de concentrado de proteína de soya, promedio que fue significativamente menor (P<0,05) que los valores anteriores (FIG. 4).

## CONCLUSIONES

Los niveles de concentrado de proteína de soya (proteína vegetal), fuentes de energía (sebo de res y sebo de puerco) no afectaron el consumo de la dieta líquida ni la ganancia diaria promedio de peso. Mientras que el consumo de concentrado de iniciación fue afectado por los niveles de proteína de soya, fuentes de energía y sexo del cabrito (P<0,05). El consumo del sustituto de leche, ganancia diaria promedio de peso, consumo de concentrado de iniciación y las conversiones de



**FIGURA 4. INTERACCIÓN DE TRES NIVELES DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE SOYA X PERIODO (SEMANAS) EN EL CONSUMO DE CONCENTRADO DE INICIACIÓN POR CABRITOS DE RAZA NUBIA/ INTERACTION OF THREE LEVELS OF CONCENTRATE OF SOY PROTEIN X PERIOD (WEEKS) ON SOLID FEED INTAKE BY NUBIAN KIDS.**

alimento fueron afectadas por el periodo de prueba ( $P < 0,05$ ). De acuerdo con estos resultados, es factible criar cabritos con sustituto de leche cuyos requerimientos de proteína láctea sean remplazados hasta 40,0% por concentrado de proteína de soya y usando como fuentes de energía el sebos de res y/o de puerco. El destete puede efectuarse a las nueve semanas de edad, sin usar leche materna durante el periodo de crianza, ya que los cabritos presentaron un buen índice de conversión alimenticia.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANSOTEGUI, R.P. Chemical composition and rumen digesta kinetics of diets selected and influence of milk intake on forage intake by suckling calves grazing native range. New Mexico State University., Las Cruces, N.M., U.S.A. **Ph.D. Dissertation**. 173 pp. 1987.
- [2] BAKER, R.D.; LEDU, Y.L.P.; BAKER, J.M. Milk-fed calves. 1. The effects of milk intake upon the herbage intake and performance of grazing calves. **J. Agric. Sci. (Camb)** 87: 187-193. 1976.
- [3] BRIGER, A.N.; BARR, G. W. Effect of protein source of milk replacer on performance of dairy calves in cold housing. **J. Dairy Sci.** 62 ( Supl. 1): Abstr 34. 1979.
- [4] FERREIRA, A.V.; THORNTON, J.D. Feed intake of Saanen kids weaned at 42 y 70 days of age. **South African J. of Animl. Sci.** 34: (Supplement 1): 49-51. 2004.
- [5] GARCÍA, E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México, México, D.F. 246 pp. 1973.
- [6] GOETSCH, A.L.; DETWEILER, G.; SAHLU, T; DAWSON, L.J. Effects of different management practices on preweaning and early postweaning growth of alpine kids. **Small Rumin. Res.** 41: 109-116. 2001.
- [7] HETHERINGTON, L. Cabras, manejo, producción, patologías. Ed. Aedos, Barcelona Esp. 236 pp. 1980.
- [8] IHAKA, R.; GENTLEMAN, R. R. A language for data analysis and graphics. **J. of Comp. and Graph. Stat.** 5: 209-314. 1996.
- [9] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. El sector alimentario en México. Serie de estadística sectorial Ed. 2005. México. 74-80pp. 2005.
- [10] LANE, M.A.; BALWIN, R.L.; JESSE, B.W. Sheep rumen metabolic development in response to age and dietary treatment. **J. Anim. Sci.** 78: 1990-1996. 2000.
- [11] LEDU, Y.L.P.; BAKER, R.D. Milk-fed calves. 5. The effects of a change in milk intake upon the herbage intake and performance of grazing calves. **J. Agric. Sci. (Camb)** 92: 443. 1979.
- [12] LUO, J.; SAHULU, T.; CAMERON, M.; GOETSCH, A.L. Growth of Spanish, Boer x Angora and Boer x Spanish goat kids fed milk replacer. **Small Rumin. Res.** 36: 189-194. 2000.
- [13] MENESES, R.R.; PÉREZ, M.P.; PITTEP, D.J.; GALLUGUILLO, R.P.; MORALES, S.M.S. Estrategia de alimentación durante la crianza de crías caprinas criollas. **Agric. Tec.** 61: 22-31. 2001.
- [14] MINISTRO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Servicio de Extensión Agraria. **Manual sobre Cabras**. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, Esp. 47 pp. 1989.
- [15] MORAND-FEHR, P. Growth. In: **Goat Production**. Academic Press Inc. 253-283pp. 1976.
- [16] MORAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. Alimentación del caprino. En: **Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos**. Institute de la Recherche Agronomique. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 432 pp. 1990.
- [17] PÉREZ, D. E. El cabrito. Capitulo 7 En: Arbiza, A.S.I. (Ed). **Producción de Caprinos**. México. 449-477pp. 1986.
- [18] PÉREZ, P.; MAINO, M.; MORALES, M.S.; SOTO, A. Effect of goat milk and milk substitutes and sex on productive parameters and carcass composition of creole kids. **Small Rumin. Res.** 42: 87-93. 2001.
- [19] REYES, M.A.; BERMÚDEZ, J.E. Consumo y ganancia de peso de cabritos alimentados con leche de cabra y dos dietas sólidas con diferentes concentraciones de energía. **Memorias del Congreso Internacional en**



- Producción Caprina.** Zacatecas, Zac. 17al 20 de Octubre. México. 117-119 pp. 1995.
- [20] ROY, J.H.B.; STOBO, I.J.F.; SHOTTON, S.M.; GANDERTON, P.; GILLIES, C. M. The nutritive value of on-milk proteins for the preruminant calf. The effect of replacement of milk protein by soya-bean flour or fish-protein concentrate. **Br. J. Nutr.** 38: 167-172. 1977.
- [21] STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2<sup>da</sup> Ed. Mcgraw-Hill. México, D. F. 580 pp. 1988.
- [22] VALENCIA, C. C. M. Desafíos del sistema extensivo de producción caprina. **En Memorias de la 17ª Reunión Nacional sobre Caprinocultura.** Durango, Dgo. 2 al 4 de Octubre México. 102-107 pp. 2002.