

# CONCENTRACIÓN DE METABOLITOS Y EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CABRAS LECHERAS ALIMENTADAS CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

Tania Alis Ricalday-Venegas, Maribel Guerrero-Cervantes, Carmen Elisa Pinzón-Díaz y José Manuel Salas-Pacheco

## RESUMEN

La escasez alimentaria en el ganado caprino ha hecho necesaria la búsqueda de alternativas nutricionales para éstos, como lo es el forraje verde hidropónico, así como la evaluación de su buena respuesta a estas dietas alternativas. Por ello se decidió evaluar la concentración de metabolitos en cabras lecheras alimentadas con forraje verde hidropónico de trigo y de maíz, durante la preñez y lactación, además de la relación entre parámetros productivos con la dieta ofrecida. Para este experimento se utilizaron 280 muestras sanguíneas, obtenidas de 40 cabras alpino francés primíparas. La determinación de metabolitos se realizó por colorimetría. Los da-

tos estadísticos se analizaron utilizando un modelo mixto de parcelas divididas, con mediciones repetidas en el tiempo y prueba de Pearson para los parámetros productivos. La concentración de metabolitos estuvo en niveles normales, aumentando para satisfacer las necesidades nutricionales de las crías durante la lactancia. Se encontró además una correlación positiva entre la concentración de glucosa y la dieta, al igual que el crecimiento y destete de los cabritos, pero no fue el caso de la urea ni los ácidos grasos no esterificados (AG-NEs), teniendo estos últimos mayor relación con el nacimiento de los cabritos.

## Introducción

La cría de caprinos en México se remonta a hace más de 400 años, con el establecimiento de los conquistadores españoles. Desde entonces su explotación ha sido posible debido a la buena adaptación climatológica y geográfica de esta especie, lo que la ha convertido en una importante fuente de ingreso económico. En conjunto con su importancia económica y cultural, se presentan problemáticas causadas por el tipo de explotación extensiva en México, la cual de manera general se lleva a cabo en regiones áridas, de bajo nivel socioeconómico, con problemas de sanidad, poca o nula organización y sequías prolongadas provocadas recientemente por el cambio climático (Barraza *et al.*, 2008; SADER, 2017). Esta

situación hace evidente la necesidad de buscar alternativas sostenibles que aporten soluciones al desabastecimiento alimenticio, encontrando como una de estas soluciones el forraje verde hidropónico (FVH). Este consiste en la producción de biomasa vegetal obtenida de la germinación y crecimiento inicial de las plantas a partir de semillas viables (FAO, 2001). Este sistema ha logrado desarrollarse en ambientes con poca agua, escasez de suelos y reducido espacio (Juárez *et al.*, 2013).

La importancia de la nutrición en las cabras lecheras radica en sus necesidades nutricionales, ya que hacia el final de la gestación y durante las primeras semanas de la lactancia, hay un aumento en la demanda metabólica para el crecimiento fetal y la producción de leche,

por lo que descuidar la dieta de los animales puede dirigirnos a un balance energético negativo, donde las pérdidas de energía superan a la dieta (Posada *et al.*, 2012). La evaluación de metabolitos sanguíneos permite determinar los requerimientos nutricionales, vías metabólicas y realizar un diagnóstico de desbalances de esta naturaleza (Wittwer, 1993). El objetivo del estudio fue evaluar metabolitos en cabras lecheras alimentadas con FVH, y compararlos con los niveles normales para establecer bases informativas sobre la alimentación suplementaria del ganado caprino con este tipo de forraje y probar la eficiencia de la dieta.

## Materiales y Métodos

El trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones

de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FMVZ-UJED), localizada en el km 11,5 de la carretera Durango-Mezquital, Durango, México. Para el experimento se utilizaron 40 cabras primíparas de raza alpina francesa, mantenidas en un sistema de producción intensivo, con peso promedio de 35,1 ±4kg. Se suministraron cinco dietas experimentales en diferentes porcentajes de inclusión de FVH de trigo y maíz, además de la dieta testigo que consistió en harinolina (cascarilla de algodón) y maíz roloado (Tablas I y II). Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en corraletas individuales de 2x1m, ocho cabras por dieta, durante siete meses correspondientes a cinco meses de gestación y dos meses de

## PALABRAS CLAVE / Alimentación / Caprinos / Hidroponía / Metabolismo /

Recibido: 16/02/2021. Modificado: 24/02/2022. Aceptado: 25/02/2022.

### Tania Alis Ricalday-Venegas.

Estudiante de Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), México.

**Maribel Guerrero-Cervantes** (Autora de correspondencia).

Doctora en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo Laredo, México. Profesora-Investigadora, Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Dirección: Instituto de Investigación Científica, Facultad de Medicina Veterinaria y

Zootecnia, UJED. Carretera Durango-Mezquital Km. 11.5, Durango, Dgo. México. e-mail: mgcl177@yahoo.com.mx

**Carmen Elisa Pinzón-Díaz.** Doctora en Ciencias Biomédicas, UJED, México. Profesora-Investigadora, UJED, México.

### José Manuel Salas-Pacheco.

Doctor en Biología, Universidad de Guanajuato, México. Profesor-Investigador, UJED, México.

# METABOLITE CONCENTRATION AND PRODUCTIVE PARAMETER EVALUATION IN DAIRY GOATS FEED WITH HYDROPONIC GREEN FORAGE

Tania Alis Ricalday-Venegas, Maribel Guerrero-Cervantes, Carmen Elisa Pinzón-Díaz and José Manuel Salas-Pacheco

## SUMMARY

Food shortages in goats have made it necessary to search for nutritional alternatives for them, such as hydroponic green forage, as well as the evaluation of their positive response to these alternative diets. It was thus decided to evaluate the concentration of metabolites in dairy goats fed with green hydroponic wheat and corn forages, during pregnancy and lactation, in addition to the relationship between productive parameters and the offered diet. For this experiment 280 blood samples were obtained from 40 French Alpine primiparous goats. The determination of metabolites was carried out

by colorimetry. Statistical data were analyzed using a mixed model of divided plots, with repeated measurements in time and Pearson's test for productive parameters. Metabolite concentrations were in normal ranges, increasing to meet the nutritional needs of the young during lactation. A positive correlation was also found between glucose concentration and diet, as well as between growth and weaning of the kids, but this was not the case of urea, nor non-esterified fatty acids (NEFA), the latter having a greater relationship with the birth of the kids.

# CONCENTRAÇÃO DE METABOLITO E AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS PRODUTIVOS EM CABRAS LEITEIRAS COM ALIMENTAÇÃO DE FORRAGEM HIDROPÔNICA VERDE

Tania Alis Ricalday-Venegas, Maribel Guerrero-Cervantes, Carmen Elisa Pinzón-Díaz e José Manuel Salas-Pacheco

## RESUMO

A escassez de alimentos em cabras tornou necessária a busca de alternativas nutricionais para elas, como a forragem verde hidropônica, bem como a avaliação de sua boa resposta a essas dietas alternativas, razão pela qual se decidiu avaliar a concentração de metabólitos em cabras leiteiras alimentadas com forragem de trigo verde hidropônico e milho, durante a gestação e lactação, além da relação entre parâmetros produtivos e a dieta oferecida. Para este experimento foram utilizadas 280 amostras de sangue, obtidas de 40 cabras Alpinas Francesas primíparas. A determinação dos metabólitos foi realizada por colorimetria.

Os dados estatísticos foram analisados por meio de um modelo misto de parcelas divididas, com medidas repetidas no tempo e teste de Pearson para os parâmetros produtivos. A concentração dos metabólitos estava na faixa normal, aumentando para atender às necessidades nutricionais dos juvenis durante a lactação. Também foi encontrada correlação positiva entre a concentração de glicose e a dieta alimentar, assim como entre o crescimento e o desmame das crianças, mais não foi o caso da uréia, nem dos ácidos graxos não esterificados (AGNEs), tendo os últimos uma relação maior com o nascimento dos filhos.

TABLE I  
PORCENTAJES DE INCLUSIÓN DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LAS DIETAS (% MS) DURANTE LA GESTACIÓN

Ingrediente	Tratamientos				
	1	2	3	4	5
Avena	70	70	70	70	70
FVH de trigo	30	--	--	15	--
FVH de maíz	--	30	--	--	15
Harinolina	--	--	15	7,5	7,5
Maíz rolado	--	--	15	7,5	7,5

TABLE II  
PORCENTAJES DE INCLUSIÓN (% MS) DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LAS DIETAS DURANTE LA LACTACIÓN

Ingrediente	Tratamientos				
	1	2	3	4	5
Avena	60	60	60	60	60
FVH de trigo	30	--	--	20	--
FVH de maíz	--	30	--	--	20
Harinolina	--	10	20	10	10
Maíz rolado	10	--	20	10	10

lactación. Se registró la evolución del peso de los animales cada mes y se midió diariamente el alimento rechazado. Se proporcionó agua y minerales a libre acceso durante todo el proceso.

El contenido nutricional de los ingredientes empleados en la dieta (Tabla III) se obtuvo determinando materia seca y proteína cruda con el método de la AOAC (1995), y las fibras detergentes neutra y detergente ácido con el procedimiento de Van Soest *et al.* (1991).

Previo a la suplementación de la dieta, las hembras fueron sincronizadas con esponjas tratadas con progestágenos (acetato de medroxiprogesterona). Transcurridos 14 días se retiraron las esponjas y se aplicó PMSG (gonadotropina

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%) DE LOS INGREDIENTES ELEGIDOS PARA LAS DIETAS SUMINISTRADAS

Fracción química	MS	PC	FDN	FDA	LIG
Avena	93	6,31	63	42	5,7
FVH de trigo*	91	19,33	43	21	4,52
FVH de maíz*	92	9,48	57	18	3,10
Harinolina	91	45,79	33	16	7,38
Maíz rolado	88	7,88	71	4,34	1,15

MS: materia seca, PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutra, FDA: fibra detergente ácido, LIG: lignina.  
\*Muestra conservada.

sérica equina), 250UI por animal. Después de 12h fueron expuestas al macho para iniciar el empadre por un periodo de cuatro días y a los 18 días posteriores las hembras se reempadraron.

Se obtuvieron muestras sanguíneas cada mes, tomadas por punción de la vena yugular de cabras en vigilia. Se utilizaron tubos Vacutainer® sin anticoagulante, permitiendo la formación del coágulo dentro de los primeros 15min. Posteriormente se transportaron en refrigeración al laboratorio de la FMVZ-UJED, donde fueron centrifugadas a 3,000rpm durante 10min, y el suero obtenido se conservó a -20°C.

La cuantificación de los metabolitos se realizó por colorimetría con los kits GLUC-PAP (Cat. No. GL 364, Randox®) para glucosa, Urea standard (Cat. No. UR 220, Randox®) para urea y NEFA (Cat. No. FA 115, Randox®) para ácidos grasos no esterificados (AGNE).

#### Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el programa estadístico SAS® (SAS, 2010). Se incluyó el error estándar de la media en un modelo mixto de diseño de parcelas divididas, con mediciones repetidas en el tiempo, a fin de minimizar el efecto del error estándar de la media estadística. El análisis se realizó tomando en cuenta los tratamientos dietarios con respecto a los meses durante los cuales se suministró la dieta, ya que estos incluyen dos etapas fisiológicas importantes (gestación y lactación).

Para verificar la normalidad de los datos se utilizó la prueba Kolmogórov-Smirnov. Se obtuvieron valores de  $p < 0,05$  por lo que se realizó una corrección de Lilliefors (Lilliefors, 1967). La significancia se estableció con un valor de  $p < 0,05$ . La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey (Hicks y Turner, 1999) y se hicieron correlaciones de las variables

con la prueba de Pearson (EPH, 2008).

#### Resultados y Discusión

La concentración sanguínea de glucosa (Tabla IV) mostró diferencias significativas ( $p=0,0018$ ) entre tratamientos y con la dieta testigo (47mg·dl<sup>-1</sup>), mostrándose más alta en los tratamientos 2 y 4 durante la gestación (52,3 y 52,7mg·dl<sup>-1</sup>, respectivamente). En la gestación, los tratamientos 4 y 5 superaron a la dieta testigo (48,12mg·dl<sup>-1</sup>) con resultados de 61,45 y 56,20mg·dl<sup>-1</sup>, respectivamente; probablemente esto se debió a la presencia de FVH y de maíz rolado en la ración de los animales, lo cual aumenta la energía en la dieta. Durante la lactación, debido al reciente parto de las hembras, se observaron resultados opuestos, y en el tratamiento 1 se tuvieron concentraciones más bajas (39,22mg·dl<sup>-1</sup>). Respecto a la etapa fisiológica, los meses con concentraciones más bajas de glucosa coinciden con los

periodos de transición entre estas etapas, aumentando en la lactancia y en el tercer tercio de la gestación; coincidiendo con reportes previos que indican que la concentración de glucosa en plasma aumenta en los primeros meses de lactancia como soporte energético (Hatfield *et al.*, 1999). Al comparar los resultados con los niveles de referencia (48-75mg·dl<sup>-1</sup>; Kaneko *et al.*, 2008), se observaron en niveles normales.

Durante la gestación la concentración sanguínea de urea (Tabla IV) mostró diferencias significativas ( $p=0,012$ ) respecto a la dieta testigo que fue mayor con el tratamiento 3 (40,19mg·dl<sup>-1</sup>), debido al porcentaje de inclusión de la harinolina como fuente de proteína, mientras que la de menor concentración (23,77mg·dl<sup>-1</sup>) fue con el tratamiento 2. En la lactancia estas diferencias estadísticas persistieron, resaltando el tratamiento 1 con 42,82mg·dl<sup>-1</sup> respecto al grupo control (36,6mg·dl<sup>-1</sup>), mientras que con el tratamiento 2 obtuvo resultados más bajos (26,59mg·dl<sup>-1</sup>). Considerando la etapa fisiológica, hubo una disminución de la urea en el periodo de lactancia, lo que coincide con lo reportado por Bed *et al.* (1998), ya que fisiológicamente la proteína tiene un déficit durante las primeras cuatro semanas tras el parto. Al comparar estos resultados con los niveles sanguíneos normales en cabras lecheras, de 3,6 a 88mmol·l<sup>-1</sup> según Kaneko (1984) y Aguilera *et al.*, (1986), estos se mostraron en rangos normales

CONCENTRACIÓN DE METABOLITOS SANGUÍNEOS DE CABRAS ALIMENTADAS CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO, EN RELACIÓN A SU ESTADO FISIOLÓGICO

Estado fisiológico	Metabolito (mg·dl <sup>-1</sup> )	Tratamientos					EMM	Media
		1	2	3	4	5		
Gestación	Glucosa	49,99 ab	52,33 a	47,00 b	52,70 a	49,85 ab	6,5	50,36
	Urea	31,68 b	23,77 c	40,19 a	39,64 a	35,16 a	9,84	34,14
	AGNE*	0,38 a	0,38 a	0,37 b	0,31 a	0,35 a	0,14	0,36
Lactación	Glucosa	39,22 c	52,72 ab	48,12bc	61,45 ab	56,20 b	9,84	51,55
	Urea	42,82 a	26,59 b	36,6 ab	33,86 ab	29,25 ab	13,8	33,83
	AGNE*	1,19 a	0,57 b	0,75 ab	0,75 ab	0,73 ab	0,49	0,80

Medias de la prueba de Tukey aplicada,  $p > 0,05$ . EEM: error estándar de la media, AGNE: ácidos grasos no esterificados. \*Los AGNE se presentan en mmol·l<sup>-1</sup>. Literales diferentes comparadas por columna representan medianas distintas.

(21,62-52,86mg·dl<sup>-1</sup> al realizar la conversión). Las diferencias observadas pueden estar relacionadas a la utilización de urea del rumiante, dado que la urea se origina del amonio absorbido por el rumen o del catabolismo de amino ácidos, y en ambas vías la ingesta de energía y proteínas puede modificar el contenido de urea (Wittwer *et al.*, 1993; Colin-Schoellen *et al.*, 1998), donde los niveles bajos de urea indican un exceso de carbohidratos por sobre la proteína, como los obtenidos en el tratamiento 2, mientras que los niveles altos (>20mg·dl<sup>-1</sup>) son indicador de un exceso en la proteína sobre los carbohidratos, o una deficiencia directa de éstos (Oltner y Wiktorsson, 1983; Moore y varga 1996; Wittwer, 2000), similares a los obtenido en la dieta testigo.

La concentración sanguínea de AGNE, tras las dietas suplementadas durante la gestación, no mostró diferencias significativas (p=0,09) respecto a la dieta testigo (0,37mmol·l<sup>-1</sup>); el tratamiento 4 mostró la mejor respuesta, con una concentración sanguínea de AGNE de 0,31 mmol·l<sup>-1</sup>. Durante la lactación se obtuvieron diferencias significativas (p=0,013), ya que durante esta etapa la concentración se incrementó con el tratamiento 1 (1,19mmol·l<sup>-1</sup>) en comparación con las obtenidas con el tratamiento de 2 (0,57mmol·l<sup>-1</sup>), mientras que los tratamientos 3 y 4 obtuvieron 0,75mmol·l<sup>-1</sup>. (Tabla IV). En base a la etapa fisiológica, se observó que los niveles sanguíneos de AGNE aumentaron durante los meses previos al parto y el último mes de la lactancia. De manera similar al comportamiento de la concentración de glucosa, en que estos metabolitos se presentan en menor cantidad durante las etapas de transición entre etapas fisiológicas. Esto resultados coinciden con reportes previos que sugieren que a las dos y cuatro semanas de gestación, última semana preparto y al final de la lactancia, hay aumento de las necesidades energéticas acompañado de una disminución el consumo de materia seca y, por consiguiente, se presenta un aumento de los AGNE

en sangre provocando la movilización de grasa corporal (Hussain *et al.*, 1996; Meléndez y Risco., 2002). Al compararse contra niveles sanguíneos de referencia (0,4 a 0,8mmol·l<sup>-1</sup>; Grummer, 1995; Goff *et al.*, 1997), éstos se mantuvieron normales, aumentando para satisfacer las necesidades nutricionales de las crías.

Los parámetros productivos no mostraron diferencias significativas (p=0,68) en la tasa de supervivencia de los cabritos con el tratamiento 1, donde obtuvo el valor más alto de 88%, respecto a la dieta testigo (85,7%), mientras el tratamiento 5 registro el valor más bajo con 62% (Tabla V). En la supervivencia se tomaron en cuenta las muertes de las crías antes de los 100 días, lo que está relacionado con la época de sequía, la alimentación o vacunas, que resultan en decesos de hasta un 30% (Silva *et al.*, 1998). Para este estudio se obtuvieron porcentajes dentro de rangos establecidos para caprinos al norte de México (50-80%; Mellado, 1997).

La tasa de destete (Tabla V) se relaciona con el peso al nacimiento y la tasa al nacimiento, ya que los factores que afectan a la cabra al inicio de su lactancia lo hacen al final de ésta. Además, se ha encontrado que la mortalidad es mayor en animales con menores pesos al nacimiento (Mellado, 1988). Este estudio no mostró diferencias significativas (p=0,68) obteniéndose porcentajes de destete más altos en el tratamiento 1 (de 1,98%) respecto a la dieta

testigo (1,48%). El porcentaje más bajo fue el tratamiento 5 con 0,62%. Los resultados están dentro del rango esperado de 1,2% (Silva *et al.*, 1998).

El peso al nacimiento no mostró diferencias significativas (p=0,783) con relación a la dieta testigo (2,8kg). Mientras que con el tratamiento 5 se obtuvieron los pesos más altos (2,9kg; Tabla V), el tratamiento 1 presentó los más bajos (2,6kg; Tabla V). Al contrastarlo con lo reportado por Mellado (1988) estos valores se encuentran dentro de los pesos esperados (2 a 5,5kg), tomando en cuenta sexo y tipo de nacimiento. Específicamente, Silva *et al.* (1998) reportan pesos al nacimiento para cabras alpina francesa entre 3,3 a 4,5kg en machos y 2,5 a 3,7kg para las hembras. Estos pesos pueden deberse a los diversos partos múltiples obtenidos. Este parámetro ha demostrado ser de suma importancia para el desarrollo de las cabras, ya que se ha reportado una mortalidad de hasta 100% en cabritos que pesaron menos de 0,5kg al nacer y solo el 12% en aquellos con peso >1,6kg. El peso bajo al nacimiento, particularmente en partos múltiples, origina crías débiles sin fuerzas suficientes para incorporarse a mamar y por ello, sin posibilidades de sobrevivir (Devendra y Burns, 1970; Arbiza, 1978).

El peso al destete no mostró diferencias significativas (p=0,233) respecto a la dieta testigo (8,2kg), los mayores pesos se obtuvieron con el

tratamiento 5 con 19,7kg, contrastando con el tratamiento 1 de 10kg (Tabla V), lo cual se encuentra dentro del rango esperado de 13,3kg para hembras y 15kg para machos (Merlos *et al.*, 2004). Estas variaciones de pesos pueden explicarse debido a la diferencia en las fechas en que se llevó a cabo el destete, el cual se realizó entre abril y junio, en conjunto con el soporte energético de las dietas, además de los factores anteriormente descritos como número de parto, tamaño de camada y sexo (Osinowo *et al.*, 1992).

Para medir la respuesta productiva del rebaño y la eficiencia de la dieta se evaluó la relación entre los parámetros productivos asociados al crecimiento de los cabritos contra la dieta suplementada, por medio de una correlación entre dieta suplementada contra los parámetros productivos del desarrollo de las crías y las concentraciones sanguíneas metabólicas de las cabras.

Los coeficientes de correlación (Tabla VI) mostraron que la dieta influyó la concentración sanguínea de glucosa (R<sup>2</sup>= 0,8). Al comparar la alimentación contra los parámetros productivos, solo se presentó una correlación entre la dieta y el peso al destete (R<sup>2</sup>= 0,76). Esto puede deberse al soporte energético de las dietas y el estado fisiológico de los animales. Comparando la concentración sanguínea de glucosa, esta no tuvo una relación estadística con parámetros productivos, excepto, con el peso al destete (R<sup>2</sup>= 0,76). La urea por otra parte, tuvo una buena relación con todos los parámetros, particularmente, la tasa de destete (R<sup>2</sup>= 0,91), comportándose de manera similar a los AGNE, mostrando buena relación con la tasa de destete (R<sup>2</sup>= 0,80). Estos resultados reflejan la buena respuesta en el desarrollo de los cabritos, así como un buen aumento de peso de los animales al ser suplementados con FVH.

## Conclusiones

Las dietas suplementadas con FVH son una excelente fuente de energía para la gestación y lactación de las cabras, ya que

TABLA V  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS OBSERVADOS EN CABRAS  
LECHERAS ALIMENTADAS CON FORRAJE VERDE  
HIDROPÓNICO

Tratamiento	% TS	% TD	PN (kg)	PD (kg)
1	88,2 a	1,98 a	2,6 c	10 c
2	77,7 b	0,86 b	2,8 b	11,4 bc
3	85,7 a	1,48 ab	2,8 b	8,2 d
4	77,7 b	0,86 b	2,7 bc	13,5 b
5	62,5 c	0,62 c	2,9 a	19,7 a
Media	78,4	1,164	2,7	12,6

Resultados, prueba de Tukey aplicada. TS:tasa de supervivencia, TD: tasa de destete, PN: peso al nacimiento, PD: peso al destete. Literales diferentes comparadas por columna representan medianas distintas.

TABLA VI

COEFICIENTES DE CORRELACIÓN OBTENIDOS (PRUEBA DE PEARSON) DEL EFECTO DE LAS DIETAS ADMINISTRADAS, CONCENTRACIÓN DE METABOLITOS SANGUÍNEOS, PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE CABRAS LECHERAS ALIMENTADAS CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

Metabolito	TX	TS	TD	PN	PD
Glucosa (R <sup>2</sup> )	0,8; p=0,1	-0,05; p=0,933	-0,34; p=0,56	-0,22; p=0,72	0,76; p=0,35
Urea (R <sup>2</sup> )	-0,33; p=0,58	0,63; p=0,25	0,91; p=0,02	0,08; p=0,89	-0,02; p=0,97
ANGE (R <sup>2</sup> )	-0,63; p=0,24	0,49; p=0,39	0,8; p=0,09	-0,04; p=0,94	0,31; p=0,6
TX (R <sup>2</sup> )	--	-0,07; p=0,89	-0,27; p=0,64	0,02; p=0,97	0,76; p=0,13

TX: tratamiento, TS: tasa de supervivencia, TD: tasa de destete, PN: peso al nacimiento, PD: peso al destete.

pudo observarse que en tratamientos como el 2 (FVH de maíz, heno de avena y harinolina) durante la lactación, las necesidades nutricionales pudieron ser satisfechas, ya que la concentración de metabolitos fue adecuada para cubrir las demandas energéticas del desarrollo fetal y lactancia de los cabritos. La excepción fue el tratamiento 1, donde los niveles de AGNE superaron los niveles de referencia. Por otra parte, los tratamientos mostraron niveles de urea cercanos al límite superior, a excepción del tratamiento 2, lo cual indica un desbalance de nitrógeno en el rumen, por lo que se sugiere una fuente más fácilmente fermentable y una fuente de energía durante la lactación, para reducir el impacto de movilización de grasa en las cabras. El correcto aporte energético a las hembras durante la gestación se evidenció con los excelentes resultados respecto al desarrollo de los cabritos, siendo el tratamiento 5 el que favoreció su supervivencia y les permitió mayor ganancia de peso. En conclusión, los resultados sugieren que la suplementación con FVH es una buena opción en las dietas para cabras lecheras, con el correcto balance entre sus nutrientes.

REFERENCIAS

Aguilera JF, Molina E, Prieto C, Boza J (1986) Estimación de las necesidades energéticas de mantenimiento en ganado ovino de raza sureña. *Arch. Zootec.* 35: 89-96.

Arbiza ASI (1986) *Producción de Caprinos*. AGT. México. pp. 18, 87-89.

AOAC (1995) *Official Methods of Analysis*. Vol. II. Cap. 32. 16a ed. Association of Official Analytical Chemist International. Gaithersburg, MD, EEUU. p. 24.

Barraza E, Ángeles R, García A, Valiente BA (2008) Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca, en el valle de Tehuacán, México. *Interciencia* 33: 891-896.

Bed S, Nikodemusz E, Agy Z, Seregi J (1998) Milk urea and lactose as indicators of the protein and energy status in lactating ewe and goats. En *REU Technical Series 50*. Food and Agriculture Organization. Roma, Italia. pp. 204-211.

Colin-Schoellen O, Jurjanz S, Laurent F (1998) Nitrogen supply and fermentable nitrogen deficit in total mixed ratio for dairy cows: Influence on milk yield and composition. *Rencontre Rech. Rumin.* 5: 222.

EPH (2008) Pearson's correlation coefficient (2008) En Kirch W (Ed.) *Encyclopedia of Public Health*. Springer. Dordrecht, Holanda.

FAO (2001) *Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago, Chile. pp. 5-6.

Goff JP, Horst RL (1997) Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy Sci.* 80: 1260-1268.

Grummer RR (1995) Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.* 73: 2820-2833.

Hatfield PG, William AHJ, Fitzgerald J A, Hallford DM (1999) Effects of level of energy intake and energy demand on growth hormone, insulin, and metabolites in Targhee and Suffolk ewes. *J. Anim. Sci.* 77: 2757.

Hicks J, Turner KV (1999) *Fundamental Concepts in the Design of the Experiments*. Holt, Rinehart, Winston. Nueva York, EEUU. 576 pp.

Hussain Q, Havrevoll O, Eik LO, Ropstad E (1996) Effects of energy intake on plasma glucose, non-esterified fatty acids and acetoacetate concentration in pregnant goats. *Small Rumin. Res.* 21: 89-96.

Juárez LP, Morales-Rodríguez HJ, Sandoval-Villa M, Gómez DAA, Cruz CE, Juárez RCR, Aguirre OJ, Gelacio AS, Ortiz-Catón M (2013) producción de forraje verde hidropónico. *Fuente Nueva Época* 4(13): 16-26.

Kaneko JJ (1984) *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 3ª ed. Academic Press. Nueva York, EEUU. 1545 pp.

Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML (Eds.) (2008) *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6ª ed. Academic Press. Nueva York, EEUU. pp. 627-630.

Lilliefors H (1967) On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *J. Am. Stat. Assoc.* 62(318): 399-402. <http://dx.doi.org/10.2307/2283970>

Meléndez P, Risco CA (2005) Management of transition cow to optimize reproductive efficiency in dairy herds. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Prac.* 21: 485-501.

Mellado M (1997) La cabra criolla en América Latina. *Vet. Méx.* 28: 333-343.

Mellado M (1998) Manejo reproductivo del ganado caprino en agostadero. *Practicantes en Rumiantes*. Comarca Lagunera. pp. 150-177.

Moore D, Varga G (1996) Bun and Mun: Urea nitrogen testing in dairy cattle. *Food Anim. Med. Manag.* 18: 712-720.

Posada S, Noguera R, Bedoya O (2012) Perfil metabólico de cabras lactantes de las razas Saanen y Alpina. *Livest. Res. Rural Devel.* 24(10): art. 182.

Oltner R, Wiktorsson H (1983) Urea concentrations in milk and blood as in influence by feeding varying of protein and energy to dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 10: 457-468.

Osinowo OA, Adubakar BY, Olayemi ME, Balogun RO, Onifade OS, Adewuyi AR, Trimmel AR, Dennar FO (1992) Prewaning performance of Yakansa sheep under semi-intensive management. *Proc. 2nd Biennial Conf. of the African. Small Ruminant Research Network*. Arusha, Tanzania. 07/11/12/1992. <http://www.fao.org/wairdocs/ilri/x5472b/x5472b0e.html>

SAS Institute (2010). *Statistical Analysis Software SAS/STAT®*. Vers. 9.0.2. SAS Institute Inc. Cary, NC, EEUU. [http://www.sas.com/en\\_us/software/analytics/stat.html#](http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#)

SADER (2017) Producción, calidad de leche y metabolitos sanguíneos de cabras de raza alpina alimentadas con nopal (*Opuntia ficus indica*). Universidad Autónoma De San Luis Potosí. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. México.

Silva E, Galina MA, Palma JM, Valencia J (1998) Reproductive performance of Alpine dairy goats in a semi-arid environment of Mexico under a continuous breeding system. *Small Rumin. Res.* 27: 79-84.

Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.

Wittwer F, Optiz H, Reyes J, Contreras PA, Bohmwald H (1993) Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovino para el diagnóstico de desbalance nutricional. *Arch. Med. Vet.* 25: 165-172.