

EFFECTO DEL NIVEL DE CONCENTRADO EN LA RACIÓN Y DE LA CALIDAD DEL AGUA DE BEBIDA SOBRE EL CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA, Y LA PRODUCCIÓN, COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE EN CABRAS

EFFECT OF LEVEL OF CONCENTRATE IN THE DIET AND DRINKING WATER QUALITY ON FEED INTAKE AND DIGESTIBILITY OF DRY MATTER, AND MILK YIELD AND MILK COMPOSITION IN DAIRY GOATS

P. Domínguez Martínez, A. Pérez Gallardo, I. Tovar Luna*, J. Jaimes Jaimes
***Responsable de la publicación**

Unidad Regional Universitaria de zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo., C.P. 35230.

RESUMEN: La producción de leche es afectada por el nivel de concentrado en la ración, por lo que el objetivo del estudio fue determinar el efecto del nivel de concentrado en la ración y dos tipos de agua de bebida, sobre la producción y composición de leche en cabras. Quince cabras en lactación avanzada con un PV de 54.1 (± 6.9 kg), se estratificaron por nivel de producción de leche y aleatoriamente se asignaron a uno de tres niveles de concentrado en la ración (55, 60 y 65%). Las cabras fueron alojadas en jaulas metabólicas por un período de 12 días. Las cabras alimentadas con las dietas de 55 y 65 de concentrado, 2 y 3 animales recibieron agua de la llave y purificada, respectivamente; y 2 cabras en cada tipo de agua en la otra dieta. No se detectó interacción ($P > 0.05$) entre nivel de concentrado y tipo de agua de bebida en ninguna de las variables estudiadas. No se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el consumo y digestibilidad de la MS y MO, producción de la leche y consumo de agua entre los niveles de concentrado en la ración. El contenido de lactosa fue mayor ($P < 0.05$) en las dietas de 60 y 65% de concentrado. Las cabras que bebieron agua no purificada mostraron un consumo de MS y MO ligeramente mayor ($P = 0.1$) que aquellas con agua purificada, y mayor digestibilidad de la MS y MO ($P < 0.05$). El tipo de agua de bebida no afectó ($P > 0.05$) la producción ni la composición de leche. Niveles de concentrado en la ración mayores de 55% no afectó el comportamiento productivo de cabras en lactación avanzada sin importar la calidad de agua de bebida.

Palabras clave: Alimentación, Forraje.

SUMMARY: Milk yield is affected by forage to concentrate ratio in the diet. Therefore, the objective of this study was to investigate the effect of concentrate level in the diet of does in late lactation and water quality on feed intake, milk yield and milk composition. Fifteen lactating does with 54.1 \pm 6.9 kg BW, in the second half of lactation were stratified by milk yield and randomly assigned to one of three levels of concentrate in the diet (55, 60 and 65%). Does were placed in metabolic cages for 12 more days. Diets with 55 and 65% of concentrate had 5 goats, 2 received tap water and the other 3 inverse osmosis filtered water. Does in the 60% concentrate diet, 2 received tap water and 2 filtered water. No interaction ($P > 0.05$) between concentrate level and type of water was detected for none of the variables studied. Body weight, dry matter and organic matter intake, milk yield, fat and protein content in milk and water intake were similar across concentrate levels in the diet ($P > 0.05$). Content of lactose was higher in the 60 and 65% concentrate diets. Those goats receiving tap water tended ($P = 0.1$) to consume slightly greater amounts of dry matter compare to those with filtered water, but the former had higher ($P < 0.05$) dry matter and organic matter digestibility. Concentrate levels in the diet above 55% did not significantly change the productive performance of does in late lactation regardless of drinking quality water.

Key words: Dry Matter, Forage.

INTRODUCCIÓN

Niveles altos de producción de leche, exigen el uso de dietas con una concentración mayor de nutrientes ó de dietas con una proporción alta de concentrados, para poder satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales y lograr el nivel de producción deseado. El nivel de concentrado en la dieta no solamente afecta el costo de la ración total, y el nivel de producción, sino también afecta la calidad del producto que se sintetiza y la salud de los animales.

Otro elemento muy importante dentro de la nutrición es el agua, la cual después del oxígeno viene a ser el segundo elemento esencial para la vida. Algunos reportes han indicado el efecto de la salinidad en vacas lecheras (Solomon *et al.*, 1995; Jaster *et al.*, 1978), en becerros de carne (Ray, 1989), y en ciervos (Yape y Dryden, 2005), y en general estos reportes coinciden en que la calidad del agua afecta el comportamiento productivo de los animales. Poca investigación se ha hecho evaluando el efecto de la calidad del agua en el comportamiento productivo de cabras. La información disponible sobre el efecto de la relación forraje: concentrado en la alimentación de cabras lactantes es limitada. El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento productivo de cabras Alpinas consumiendo dietas diferentes proporciones de concentrado en la ración. Además, evaluar el efecto de la calidad del agua en cabras lactantes sobre su comportamiento productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Módulo Caprino de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, a 3 Km de la Ciudad de Bermejillo, Durango, localizada en el

paralelo 25° 52' 28'' Latitud Norte y 103° 37' 07'', Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, con una altitud de 1119 msnm.

Clima

El clima de la región es clasificado dentro de los secos con la fórmula climática BWhw, subtipo muy seco, semicálido con lluvias en verano, una precipitación media anual de 300 mm, con una precipitación invernal entre 5 y 10%, y una temperatura media anual de 20 a 22°C (García, 1973).

Se utilizaron 15 cabras de la raza Alpina y Saanen en lactación avanzada que habían sido alimentación en corral con dietas con una relación de forraje:concentrado de 45:55, 40:60 y 35:65 (Cuadro 1), por un período de 84 días. Cinco cabras de cada dieta se alojaron en jaulas metabólicas con el objetivo conducir una prueba de consumo y digestibilidad, y medir la producción de leche. Una cabra de la dieta con 55% de concentrado se eliminó de la prueba por presentar problemas en las extremidades y dejar de consumir. La rutina de alimentación de los animales y toma de muestras fue similar a la descrita por Cochran y Galyean (1994). En las dietas con 55 y 65 de concentrado, 2 y 3 cabras recibieron agua de la llave y purificada, respectivamente; y 2 cabras en cada tipo de agua en la otra dieta. El peso vivo de las cabras se registró al subirse y al bajarse de las jaulas. Los animales fueron alimentados a las 7:00 am, 1:00 pm y a las 7:00 pm, fraccionando el total del alimento ofrecido cada día en cantidades iguales en cada comida, suministrando un 5% más de alimento de lo consumido el día anterior con la finalidad que los animales fueran alimentados *ad libitum*.

Las cabras fueron alimentadas en las jaulas metabólicas durante 12 días, siendo los primeros siete de adaptación y los datos de los últimos cinco se usaron para el cálculo

Cuadro 1. Porcentaje (base seca) de los ingredientes en las raciones.

Ingrediente	Forraje:Concentrado		
	45:55	40:60	35:65
Heno de alfalfa	35.8	30.8	25.8
Heno de avena	8.95	8.9	8.8
Salvado de trigo	2.0	2.0	6.0
Maíz grano	25.8	29.3	29.2
Semilla de algodón	6.5	6.2	7.2
Pasta de soya	9.9	11.9	11.9
Megalac	3.3	3.3	3.4
Melaza	3.3	3.3	3.4
Minerales	1.1	1.1	1.1
Vitaminas	0.4	0.4	0.4
Bicarbonato	1.8	1.7	1.7
Sal común	1.1	1.1	1.1
Proteína cruda, %	14.4	14.4	14.4
Energía metabolizable, Mcal/kg MS	2.51	2.54	2.56

de la digestibilidad. El alimento y el agua ofrecido y rechazado se registraron todos los días, y en los últimos cinco días se registró la cantidad de heces excretadas. Durante el período experimental se tomaron muestras de alimento ofrecido y la totalidad del alimento rechazado, y un 20% de las heces excretadas. Todas las muestras fueron almacenadas en congelador a -20°C hasta su análisis en el laboratorio. Las muestras de alimento ofrecido y alimento rechazado, y de las heces se mezclaron por cada animal y se formó muestras compuestas.

El alimento ofrecido se muestreó diariamente y la totalidad del alimento rechazado se registro el peso y se colectó, con las que se formó muestras compuestas. Las muestras de alimento ofrecido y rechazado fueron deshidratadas en estufa de aire forzado a 55°C por 48 hrs, e inmediatamente después estas fueron molidas en un molino Thomas Willy con criba de 2 mm. Posteriormente, submuestras de alrededor de 2 gramos fueron deshidratadas a 105°C durante 12 hrs e incineradas a 550°C para la determinación de cenizas y materia orgánica (AOAC, 1990). Muestras de agua purificada y de la llave se colectaron todos los días, y una muestra compuesta fue analizada para su contenido de sales disueltas totales.

Las cabras fueron ordeñadas manualmente a las 5:00 AM y 5:00 PM y se registró la producción de leche diariamente. El primero y último día del período experimental se tomaron muestras de leche las cuales fueron analizadas en el laboratorio de LALA para determinar el contenido de grasa, lactosa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales.

Las variables en estudio se analizaron como un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos, incluyendo en el modelo el efecto nivel de concentrado en la ración, y el efecto del tipo de agua (Steel y Torrie, 1980). Todos los datos fueron analizados usando el procedimiento GLM del paquete SAS (2002), y la comparación de medias por la prueba de diferencia mínima significativa (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad del agua

En el Cuadro 2, se presentan los resultados del análisis del agua administrada a los animales durante el experimento. Las observaciones realizadas por el Departamento de Control de Calidad de Agua Potable de SIMAS de Torreón, Coahuila; el agua no purificada, de acuerdo con los parámetros analizados, no cumple con la norma de calidad físico-química establecida para agua potable (no apta para consumo humano), debido

al incremento en sólidos disueltos totales, sulfatos, dureza total y arsénico. Mientras que el agua purificada, cumple con la norma de calidad físico-química establecida para agua potable (es apta para consumo humano).

Peso vivo, consumo y digestibilidad de la MS y MO, y consumo de agua

Los resultados experimentales se presentan en el Cuadro 3. En el análisis estadístico de los datos, no se detectó interacción alguna entre nivel concentrado y tipo de agua de bebida para ninguna de las variables estudiadas, por lo que se presentan únicamente los efectos principales de dichos factores.

El peso vivo de las cabras, el consumo de materia seca y materia orgánica, y su digestibilidad fue similar ($P > 0.05$) entre los niveles de concentrado en la ración. Aunque el consumo de materia seca mostró diferencias no significativas, éste fue numéricamente mayor en la dieta con 65% de concentrado. La digestibilidad de la MS y MO mostró diferencias no significativas ($P > 0.05$) entre niveles de concentrado, observándose los valores de digestibilidad más altos en las dietas con mayor proporción de concentrado. En este sentido, Kawas *et al.* (1991) reportaron un mayor consumo y digestibilidad de la MS en cabras alimentadas con dietas con mayor concentrado en la ración. Sin embargo, Goetsch *et al.* (2001) trabajando con cabras Alpinas en las últimas 16 semanas de lactación ó lactación avanzada encontraron consumos de materia seca similar entre dietas con niveles de concentrado de 20 a 65%.

El consumo promedio de MS en la prueba fue de 3.1% ó 85 g/kg PV^{0.75}, el cual es inferior al observado en otro estudio conducido paralelamente usando los mismos niveles de concentrado con cabras alimentadas en corral (4.1% ó 111 100 g/kg PV^{0.75}; Domínguez y Pérez, 2010), y a lo reportado por Goetsch *et al.* (2001; 4% ó 100 g/kg PV^{0.75}). Por su parte Kawas *et al.* (1991) reportó consumos de MS menores a este estudio (60, 74 y 84 g/kg PV^{0.75}, para 25, 40 y 55% de concentrado, respectivamente). Lo cual podría estar asociado a niveles de producción de leche considerablemente más bajos que los observados en nuestra investigación y a la reportada por Goetsch *et al.* (2001).

El tipo de agua de bebida tendió a afectar ($P = 0.1$) el consumo de la MS y MO. La digestibilidad de estos componentes fue mayor ($P < 0.01$) en las cabras que consumieron agua sin purificar. Nuestros resultados no coinciden con el reporte de Jaster *et al.*^{*} (1978) quienes indican que la digestibilidad no fue afectada por la ingestión de agua salada en vacas Holstein. Por su parte Katting *et al.* (1992) encontraron que la tasa de

Cuadro 2. Análisis físico - químico del agua.

Parámetro	Tipo de agua		
		No purificada	Purificada ¹
Conductividad		2480	52
pH	7.5	6.8	
Sólidos disueltos totales, mg/l		1587	33
Carbonatos, mg/l	0.0	0.0	
Bicarbonatos, mg/l		211	41.0
Cloruros, mg/l		159	4
Sulfatos, mg/l		955	2.7
Alcalinidad F (mg/ l CaCO ₃)	0.0	0.0	
Alcalinidad T (mg/ l CaCO ₃)		174	34
Dureza total (mg/ l CaCO ₃)		943	25
Dureza de calcio, mg/l		662	21
Dureza de magnesio, mg/l		281	4
Calcio, mg/l		265	8.4
Magnesio, mg/l		68	0.97
Arsénico, mg/l	0.05	< 0.005	

¹ Agua purificada por osmosis inversa

Cuadro 3. Efectos del nivel de concentrado en la ración y calidad del agua de bebida sobre el consumo y digestibilidad de MS, MO, consumo de agua y producción de leche en cabras en lactación avanzada en jaulas metabólicas

Variable	Forraje:Concentrado					Tipo de agua			
	45:55	40:60	35:65	EE	P	NPU	PU	EE	P
Animales, n	5	5	5	-	-	8	7	-	-
Peso vivo, kg	58.8	58.4	55.3	3.7	0.6	55.1	59.8	2.19	0.2
Consumo de materia seca									
kg/animal/día	1.79	1.66	1.85	0.166	0.7	1.86	1.68	0.136	0.4
kg/100 kg PV	3.1	2.9	3.3	0.28	0.5	3.4	2.8	0.23	0.1
g/kg PV ^{0.75}	85	79	91	8	0.6	92	78	6	0.1
Consumo de materia orgánica									
kg/animal/día	1.60	1.51	1.67	0.148	0.8	1.68	1.61	0.122	0.4
kg/100 kg PV	2.9	2.6	3.2	0.25	0.5	3.1	2.5	0.21	0.1
g/kg PV ^{0.75}	76	72	82	7	0.6	83	70	6	0.1
Digestibilidad, %									
Materia seca	70	73	74	1.3	0.2	75	70	1.1	0.01
Materia orgánica	72	75	75	1.3	0.2	76	72	1.0	0.01
Producción de leche									
kg/animal/día	2.87	2.49	2.66	0.363	0.8	2.68	2.67	0.289	0.9
kg/kg MS	1.6	1.51	1.44	0.122	0.6	1.45	1.58	0.101	0.4
Composición de leche, %									
Grasa	4.29	4.37	4.62	0.23	0.4	4.46	4.25	0.19	0.5
Proteína	3.28	3.33	3.35	0.13	0.9	3.33	3.31	0.11	0.9
Lactosa	4.28	4.51	4.50	0.06	0.03	4.41	4.49	0.05	0.5
SNG	8.08	8.31	8.37	0.13	0.3	8.23	8.15	0.10	0.7
ST	12.37	12.68	13.15	-0.33	0.3	12.76	12.7	0.27	0.9
Consumo de agua									
kg/animal/día	9.79	6.93	8.91	1.303	0.3	8.4	8.69	1.068	0.9
kg/kg de MS	5.41	4.23	4.81	0.497	0.3	4.49	5.14	0.407	0.3

EE= error estándar, P= probabilidad, PU= purificada, NPU= no purificada, SNG= sólidos no grasos, ST= sólidos totales

EE= error estándar, P= probabilidad, PU= purificada, NPU= no purificada, SNG= sólidos no grasos, ST= sólidos totales

desaparición de la MS fue similar entre becerros que bebieron agua normal y agua salada. En este mismo sentido Yape y Dryden (2005) reportaron valores de digestibilidad similares en la MS, MO, FDN y PC en ciervos que bebieron agua con SDT desde 570 hasta 8500 ppm. Aun cuando el consumo de materia seca fue mayor en las cabras que bebieron agua sin filtrar, la digestibilidad, contrario a lo esperado, fue mayor en estos animales. Probablemente el suministro de minerales por el agua no purificada pudo mejorar la actividad de los microorganismos del rumen resultando en mayor fermentación de la materia orgánica. No se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el consumo de agua entre los niveles de concentrado ni en los dos tipos de agua de bebida.

Producción y composición de la leche

La producción de leche fue similar ($P > 0.05$) entre los niveles de concentrado en la ración. Sin embargo, las cabras que consumieron la dieta con 55% de concentrado produjeron numéricamente más leche por kg de MS consumida, esta misma tendencia fue observada en otra prueba realizada paralelamente alimentando cabras en corral con los mismos niveles de concentrado (Domínguez y Pérez, 2010). Contrario a lo observado en este estudio, Kawas *et al.* (1991) alimentando cabras cruza Sannen x Marota a media lactancia con dietas con niveles de concentrado de 25, 40 y 55%, y Goetsch *et al.* (2001) con cabras Alpina en las últimas 16 semanas de lactación y con dietas desde 20 a 65% de concentrado, reportaron un incremento en la producción de leche con mayor nivel de concentrado en la ración.

El nivel de concentrado no afectó la composición de la leche ($P > 0.05$), con excepción de la lactosa; la cual tendió a ser mayor en los niveles altos de concentrado. El tipo de agua de bebida no afectó ($P > 0.05$) la producción de leche ni la composición de esta. Trabajando con vacas Holstein Solomon *et al.* (1995), encontraron mayor contenido de proteína y lactosa en aquellas vacas que bebieron agua desalinizada, y aunque el contenido de grasa fuera similar entre ambos grupos, la producción total de grasa por día fue superior en las vacas que bebieron agua desalinizada como resultado de una mayor producción de leche.

CONCLUSIONES

Los niveles de concentrado en la ración que se estudiaron no afectaron el consumo ni la digestibilidad de la MS y MO, ni el peso vivo de los animales. Similarmente, no se encontraron efectos del nivel de concentrado sobre la producción de leche ni la composición de la leche, con excepción de la lactosa;

la cual tendió a ser mayor en los niveles altos de concentrado.

El tipo de agua de bebida no afectó la producción de leche ni la composición de esta, ni el consumo de MS y MO; sin embargo las cabras que bebieron agua no purificada mostraron una digestibilidad más alta.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15 ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Cochran, R.C. y Galyean, M.L. 1994. Measurement of in vivo digestion by ruminants. In: Fahey, G.C.Jr.; Collins, M.; Mertens, D.R.; y Moser, L.E. 1994. Forage Quality Evaluation and Utilization. American Society of Agronomy. Pág. 613-643.
- Domínguez-Martínez, P. y Pérez-Gallardo, A. 2010. Efecto del nivel de concentrado en la ración y calidad de agua de bebida sobre la producción y composición de la leche en cabras. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo. 60 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen; Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. Pág. 12-13.
- Goetsch, A.L.; Detweiler, G.; Sahl, T. y Dawson, L.J, 2001, Dairy goat performance with different dietary concentrate levels in late lactation, Small Ruminant Research. 41:117-125.
- Jaster, E. H.; Schuh, J. D. y Wegner, T. N. 1978. Physiological effects of saline drinking water on high producing dairy cows. Journal of Dairy Science. 61: 66-71.
- Kattinig, R. M.; Prodomingo, A. J.; Schneberger, A. G.; Duff, G. C. y Wallace, J. D. 1992. Influence of saline water on intake, digesta kinetics and serum profiles of steers. Journal of Range Management. 45: 514-518.
- Kawas, J.R.; Lopes, J.; Danelon, D.L. y Lu, C.D. 1991. Influence of forage-to-concentrate ratios on intake, digestibility, chewing and milk production of dairy goats. Small Ruminant Research 4: 11-18.
- Solomon, R.; Miron, J.; Ben-Ghedalia, D. y Zomberg, Z. 1995. Performance of high producing dairy cows offered drinking water of high and low salinity in the Arava desert. Journal of Dairy Science. 78: 620-624.
- Ray, D. E. 1989. Interrelationships among water quality, climate and diet on feedlot performance of steer calves. Journal of Animal Science. 67: 357-363.
- SAS. 1990. SAS User's Guide: Statistical. Version 6. 4th Ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Steel, D.R.G. y Torie, H.J. 1980. Principles and Procedures of Statistics. 2 ed. McGraw Hill. NY, USA.
- Urge M.; Merkel, R.C.; Sahl, T.; Animut, G. y Goetsch, A.L. 2004. Growth performance by Alpine, Angora, Boer and Spanish wether goats consuming 50 or 75% concentrate diets. Small Ruminant Research. 55:149-158

- Utley, P.R.; Bradley, N. W. y Boling, J. A. 1970. Effect of restricted water intake on feed intake, nutrient digestibility and nitrogen metabolism in steers. *Journal of Animal Science*. 31:130-135.
- Yape, K. W. y Dryden, G. M. 2005. Effect of drinking saline water on food and water intake, food digestibility, and nitrogen and mineral balances of rusa deer stags (*Cervus timorensis russa*). *Animal Science*. 81:99-105.