

# Producción y calidad de la leche en cabras murciano-granadina alimentadas con triticale hidropónico

Yielding and Quality of Milk in Murciano-Granadina Goats Fed with Hydroponics of Triticale

Humberto Sepúlveda-Palacios<sup>1\*</sup>, Fernando Ruiz-Zárate<sup>1</sup>, Ramiro López-Trujillo<sup>2</sup>, Alejandro Lozano-del Río<sup>3</sup> y Marco Antonio Arellano-García<sup>4</sup>

Departamento de Producción Animal<sup>1</sup>, Departamento de Nutrición Animal<sup>2</sup>, Departamento de Fitomejoramiento<sup>3</sup>. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. E-mail: humbertosp@hotmail.com (\*Autor responsable). <sup>4</sup>Centro de Investigación Regional Noreste del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Saltillo. Blvd. Vito Alessio Robles 2565, Nazario S. Ortiz Garza, 25100, Saltillo, Coah., México.

## RESUMEN

El estudio se realizó en el Campus Buenavista de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coah., México, del 12 de diciembre de 2012 al 14 de febrero de 2013. Se evaluó la producción y la calidad (acidez, proteína y grasa) de leche y el peso de cabras y crías, en cabras Murciana-Granadina alimentadas con triticale hidropónico, sustituyendo el heno de alfalfa en 0, 20 y 40%. En todos los tratamientos se proporcionó 30% de alimento concentrado (Apileche®). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, cada tratamiento estuvo compuesto por cinco cabras (n=5). No se encontraron diferencias (p>0.05) en la producción de leche, pero sí (p<0.0001) en la calidad: el testigo presentó la mayor acidez (2.05 °D), los tratamientos con sustitución de 20 y 40% de heno de alfalfa fueron estadísticamente iguales con 1.65 y 1.60 °D expresados al 10%. También hubo diferencias (p>0.05) en la acidez en relación con los muestreos: el primero fue el más bajo, con 1.60 °D; el segundo muestreo tuvo 1.78 °D; el cuarto, 1.80 °D, y el tercer muestreo, 1.88 °D. Los contenidos de proteína y grasa, así como el peso de las cabras no mostraron diferencias (p>0.05) entre tratamientos. En el peso de las crías, el testigo mostró el mayor peso (p<0.001) durante la prueba (10.03 kg), seguido del tratamiento con la suplementación de 40% de heno de alfalfa (8.85 kg), las crías alimentadas con la suplementación al 20% tuvieron el menor peso (7.85 kg). La sustitución de alfalfa por triticale hidropónico no aumentó la producción, ni los contenidos de proteína y grasa, pero sí afectó la calidad de la leche al bajar el nivel de acidez.

**Palabras clave:** *Capra hircus* L., triticale (*X. Triticosecale* Wittmack), producción de leche de cabra, acidez, peso.

## ABSTRACT

This study was conducted in Campus Buenavista of Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro in Saltillo, Coahuila., Mexico from 12 December 2012 to 14 February 2013. The production and quality of milk (acidity, protein and fat), goat and kidgoat weight of Murciano-Granadina goats fed with hydroponic triticale replacing alfalfa hay at 0, 20 and 40% were evaluated. In all treatments 30% of concentrated food (Apileche®) was provided. A completely randomized experimental design was used, each treatment consisted of five goats (n=5). No differences (p>0.05) in milk production were found, but if (p<0.0001) in quality: the control had the highest acidity (2.05 °D), treatment with replacement of 20 and 40% hay alfalfa were statistically equal to 1.65 and 1.60 °D expressed 10%. There were also differences (p>0.05) in acidity relative to the sampling time: the first was the lowest with 1.60 °D, the second sample was 1.78 °D, the fourth 1.80 °D and third sampling 1.88 °D. The contents of protein and fat, and the weight of the goats showed no difference (p>0.05) between treatments. The kidgoat weight of the control showed the highest weight (p<0.001) during the test (10.03 kg), followed by treatment with supplementation of 40% alfalfa hay (8.85 kg), kidgoats fed with supplementation of 20% had the lowest weight (7.85 kg). The replacement of alfalfa by hydroponic triticale did not increase the production, nor the contents of protein and fat, but it affected the quality of milk by lowering the level of acidity.

**Key words:** *Capra hircus* L., triticale (*X. Triticosecale* Wittmack), goat milk production, acidity, weight.

Recibido: Noviembre 2013 • Aprobado: Marzo 2014

## INTRODUCCIÓN

La leche es considerada como un alimento fundamental en la dieta del ser humano, ya que es rica en gran cantidad de nutrientes esenciales como minerales, vitaminas y proteínas fácilmente digeribles que son de vital importancia para sostener las funciones corporales (Drewnowski y Fulgoni, 2008).

La producción de leche de cabra es una alternativa para muchos criadores de ganado a pequeña escala en zonas áridas. Algunos productores de cabras lecheras se han especializado en la pasteurización de la leche; otros, en la elaboración de productos lácteos procesados para su distribución al por menor.

Un aspecto primordial para la producción de leche, tanto en su cantidad como en su calidad, es la alimentación del ganado. Para que una cabra produzca buena leche, es necesario que tenga una alimentación óptima. En el norte de México, se ha tenido desabasto de forraje convencional en la última década, a consecuencia de fenómenos climatológicos, tales como sequías y heladas, lo cual ha afectado la producción agropecuaria (Rivera *et al.*, 2010).

La producción forrajera está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas, por lo que debe destacarse la diferencia estacional del clima como la principal causa que afecta la producción durante el año (Guevara *et al.*, 2002), por lo que es necesario aplicar nuevas formas de trabajo y utilizar correctamente los recursos (Mena *et al.*, 2007).

Ante estas problemáticas, el cultivo de forraje por hidroponía se presenta como una solución, ya que con este sistema los cultivos tienen un rápido crecimiento, gastan menos agua, no erosionan la tierra y no dependen de las condiciones climáticas.

El objetivo de esta investigación fue comparar los parámetros de producción y calidad de la leche de cabra alimentada con una dieta tradicional contra una dieta adicionada con forraje verde hidropónico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El experimento se llevó a cabo en los corrales de producción ovino-caprina del Campus Buenavista, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en la ciudad de Saltillo, Coah., México, a una altitud de 1800 msnm, con coordenadas geográficas 25° 20' 50.32" LN y 101° 01' 50.03" LO.

### Tiempo

El periodo de adaptación al forraje verde hidropónico (FVH) fue de 12 d y el periodo experimental de 65 d, comprendiendo del 12 de diciembre de 2012 al 14 de febrero de 2013.

### Alimentación por tratamiento

Las dietas de los animales estuvieron compuestas por los siguientes alimentos en diferentes proporciones: heno de alfalfa, triticale hidropónico y concentrado Apileche®.

### Muestreos

La separación entre muestreos fue de dos semanas, con excepción del último cuya separación fue de una semana. La noche anterior al muestreo se separaba a las crías de las cabras, al día siguiente por la mañana se pesaban las crías (peso 1) y luego se amarraban a las chivas para dejar que mamaran durante un lapso de media hora. Al terminar este tiempo, se tomaba a las

crías y se volvían a pesar (peso 2). De la diferencia entre ambos pesos (peso 2 - peso 1), se obtuvieron los datos de consumo (individual de cada cría) y producción de leche (aumento de peso de las crías). Los muestreos de leche para su análisis de calidad, se llevaron a cabo al comenzar el experimento, a la mitad, una semana antes del final y al finalizar el mismo, siendo cuatro muestras de leche por tratamiento. Para cada muestreo se combinaba en una botella de plástico la leche de las cinco cabras que componían un tratamiento.

La leche se analizó para cuantificar los siguientes parámetros de calidad: acidez —por medio de los grados Dornic (°D)—; grasa —a través de la prueba de Gerber—; proteína —por medio de la prueba de Walker.

También se determinó el cambio de peso de las cabras. Los pesajes se realizaron en las mismas fechas en que se tomaron las muestras para la calidad de leche.

### Producción de triticale hidropónico

Durante el experimento se produjo el FVH de Triticale en un túnel del Departamento de Horticultura.

### Estructura

Se usaron cinco bastidores de fierro de 2m x 1m. Se alinearon en el túnel y se colocaron dos mangueras de riego de 17 mm. En cada línea de riego se instalaron 30 microaspersores (seis por línea por bastidor). La línea de riego fue conectada a una línea directa de la bomba de ½ caballo de fuerza, la cual se alimentaba de un tinaco de 1,100 litros.

### Riego

Se realizaron seis riegos durante el día: 9 am, 11 am, 12, 13, 14 y 16 pm, con una duración de 1 min por riego, regando alrededor de 800 mL de agua.

### Siembra

Para cada siembra se tomaron 8 kg de semilla de triticale, se pusieron a remojar a las 7 pm en una tina llena de agua, y se esterilizaron con 10 mL de cloro; 12 horas después, se vació el agua y se extendió la semilla en una lona durante 2 h y después se colocaron en las charolas (2 kg de semilla seca por charola), ahí recibieron el primer riego.

### Cosecha

La cosecha se realizó a los 12 d después de cada siembra; se sacaron las charolas con el FVH desarro-

llado y se ofreció a las cabras de manera completa, conforme a su respectiva ración.

### Diseño experimental

Se utilizaron 15 cabras de la raza Murciano-Granadina al pico de la lactancia, agrupadas en tres tratamientos (n=5). Para el acomodo de los tratamientos se usó como parámetro de distribución el peso, equilibrando el peso total entre tratamientos. Se utilizó un diseño completamente al azar y los datos se analizaron con el programa SAS 9.1 para Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Producción de leche

No hubo diferencias ( $p>0.05$ ) entre tratamientos. Este resultado concuerda con lo reportado por Marsico *et al.* (2009), quienes no encontraron diferencias estadísticas en la producción de leche de cabras alimentadas con avena hidropónica comparada con una alimentación tradicional. A pesar de que no hubo diferencias estadísticas, podemos apreciar que el T2 (20% triticale hidropónico) mostró una mayor cantidad de leche producida, lo que podría sugerir una mejora en la producción de leche con un bajo porcentaje de forraje hidropónico en la dieta. García *et al.* (2013) encontraron diferencias significativas en la producción de leche de cabras alimentadas con forraje hidropónico de maíz ( $p<0.05$ ). Además, compararon el maíz hidropónico en dos niveles (15 y 30%) tomando como alimento base el heno de alfalfa, contra una alimentación a base de heno de alfalfa y vaina de mezquite. El tratamiento 2 (30% de maíz hidropónico) fue estadísticamente superior a los otros dos para el parámetro de producción de leche.

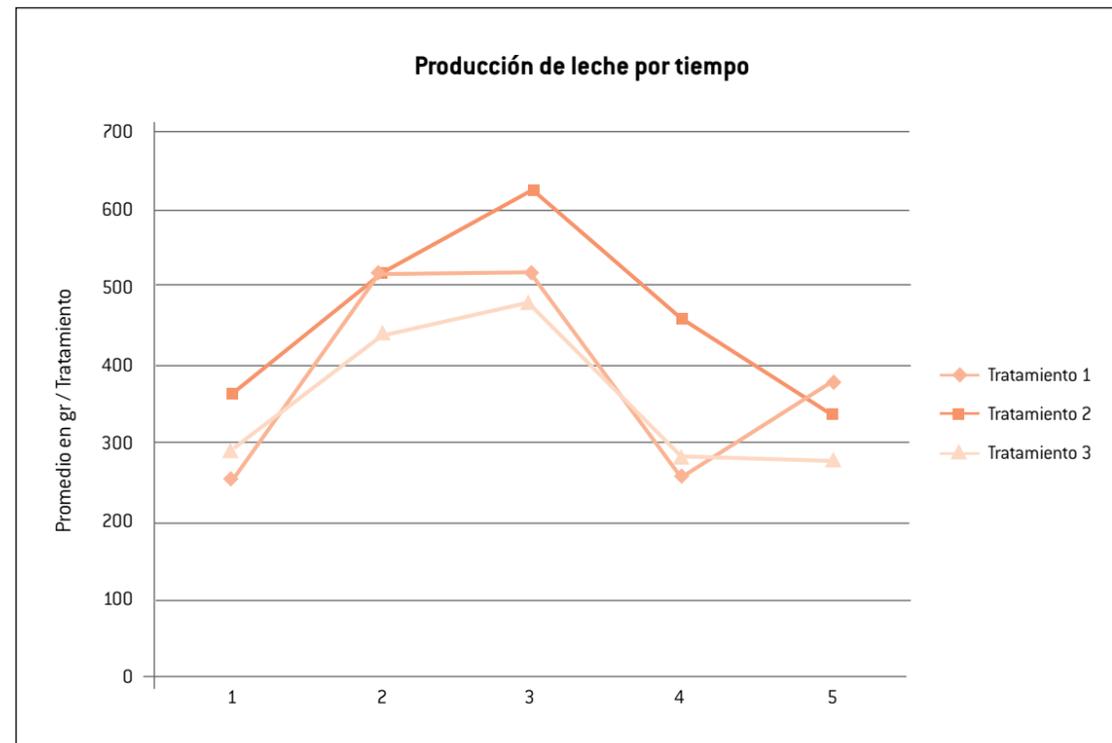
Las cabras presentaron el pico de la lactancia entre los 54 y 62 d, lo cual discrepa de los datos obtenidos por León *et al.* (2007), en el que cabras Murciano-Granadina de tercer parto, presentan el pico de lactancia a los 47 d.

### Calidad de leche

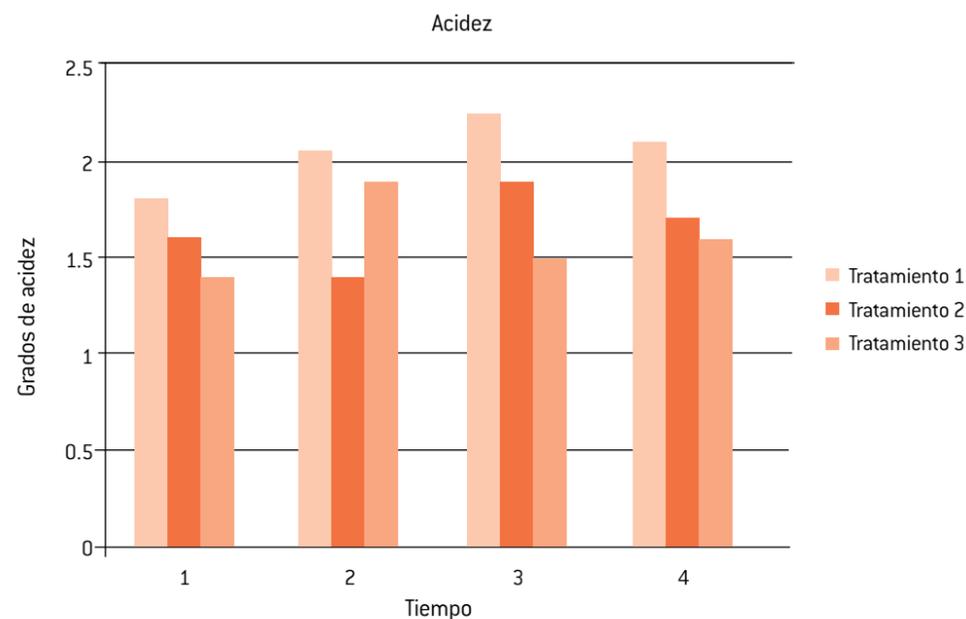
**Acidez.** El análisis estadístico probó que existen diferencias ( $p<0.0001$ ) entre tratamientos y tiempo de muestreo. Las diferencias estadísticas de acidez entre los tratamientos que incluyeron triticale hidropónico en la dieta contra el testigo, demuestra que la inclusión del triticale hidropónico ayuda a disminuir la acidez en la leche. La sustitución de alfalfa por

**Cuadro 1.** Ingredientes en los tratamientos de cabras alimentadas con una dieta tradicional y una dieta adicionada con forraje verde hidropónico.

Tratamiento	Heno de alfalfa	Triticale hidropónico %	Concentrado Apileche®
1	79	9	30
2	50	20	30
3	30	40	30



**Figura 1.** Producción de leche a lo largo del periodo experimental de cabras alimentadas con una dieta tradicional y una dieta adicionada con forraje verde hidropónico.



**Figura 2.** Comparación gráfica de la acidez entre tratamientos a lo largo de los muestreos en cabras alimentadas con una dieta tradicional y una dieta adicionada con forraje verde hidropónico.

triticale hidropónico afectó la calidad de la leche al bajar el nivel de acidez.

En los primeros dos muestreos se observó un menor grado de acidez. Según el análisis estadístico ( $p < 0.0001$ ), el primer muestreo tuvo menor acidez con  $1.60^{\circ}\text{D}$ , mientras que el segundo alcanzó  $1.78^{\circ}\text{D}$ . Ambos muestreos se tomaron antes del pico de la lactancia, lo que demuestra que la leche posee menor grado de acidez en la primera fase de muestreo. El cuarto muestreo tuvo  $1.80^{\circ}\text{D}$ , mientras que el tercero fue el más alto con  $1.88^{\circ}\text{D}$ .

**Proteína.** El testigo tuvo el mayor porcentaje de proteína en leche; sin embargo, el análisis estadístico no mostró diferencias ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos. En cuanto al contenido de proteína, los resultados de este experimento fueron superiores al 3% reportado por Vega *et al.* (2005), en un experimento en el que se sometieron cabras lecheras a una alimentación a base de heno de alfalfa suplementadas con maíz

hidropónico en tres niveles (0, 15 y 30%). García *et al.* (2013) reportan contenidos de proteína de 3.54 a 3.68%, mientras que el contenido más bajo de proteína para nuestras cabras fue de 3.87% en el testigo y de 4.62% en el tratamiento con suplementación de 20% de heno de alfalfa.

**Grasa.** Con la suplementación de 40% de heno de alfalfa se obtuvo el mayor contenido de grasa, aunque tampoco se encontraron diferencias ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos. Cabe resaltar el alto contenido de grasa de los tres tratamientos, pues en la literatura se menciona que la leche de cabra de la raza Murciano-Granadina tiene un porcentaje de grasa de hasta 6% (Durán, 2007). García *et al.* (2013) reportan que con maíz hidropónico en un nivel de 15%, se obtuvieron mejores niveles de grasa ( $p < 0.05$ ) que con un 30% de vaina de mezquite. Aunque el valor más alto fue de 4.42%, inferior a lo producido por nuestras cabras.

**Cuadro 2.** Calidad de la leche de cabras alimentadas con una dieta tradicional y una dieta adicionada con forraje verde hidropónico.

	Testigo	SHA 20%	SHA 40%
Producción de leche (g)*	387.2 a	460.8 a	354 a
Acidez **	2.05° a	1.65° b	1.60° b
Proteína (%)	4.625 a	3.875 a	4.325 a
Grasa (%)	6.812 a	6.750 a	6.987a

Suplementación del 20% de heno de alfalfa: SHA 20%; suplementación del 40% de heno de alfalfa: SHA 40%.

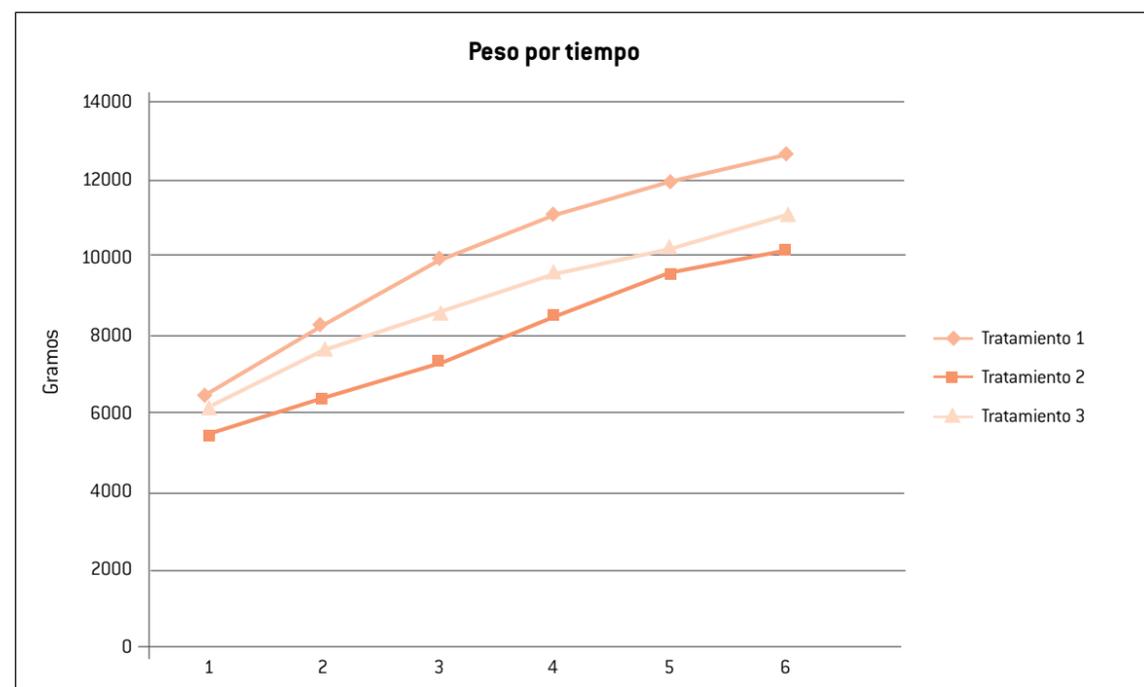
\*Promedio en gramos por tratamiento a lo largo del periodo experimental.

\*\*Los grados de acidez están expresados en °D al 10% o mg de ácido láctico en 1 litro de leche.

**Cuadro 3.** Peso de cabras (kg) alimentadas con una dieta tradicional y una dieta adicionada con forraje verde hidropónico.

	Testigo	SHA 20%	SHA 40%
Peso de las cabras	37.14 a	33.41a	34.63 a
Peso de las crías	10.03 a	7.85 b	8.85 ab

Suplementación de 20% de heno de alfalfa: SHA 20%; suplementación de 40% de heno de alfalfa: SHA 40%.



**Figura 3.** Incrementos de peso de las crías por tiempo en cabras alimentadas con una dieta tradicional y una dieta adicionada con forraje verde hidropónico.

**Pesos de las cabras.** No se encontraron diferencias ( $p>0.05$ ) entre tratamientos. Además, los promedios de peso de las cabras se mantuvieron en la misma posición, el testigo tuvo un peso de 40.6 kg; las cabras alimentadas con suplementación de 20% de heno de alfalfa, de 34.9 kg, y las alimentadas con suplementación de 40% de heno de alfalfa, de 35.2 kg. En un experimento para evaluar ganancias diarias de peso (GDP) en la sustitución de alfalfa por triticale hidropónico, Garcieras (2011) encontró que a medida de que el nivel de forraje hidropónico aumentaba en las raciones (15, 30 y 45%), las ganancias diarias de peso disminuyeron ( $p=0.0025$ ).

**Pesos de las crías.** Se encontraron diferencias ( $p<0.001$ ) entre tratamientos. El testigo obtuvo un mejor peso seguido de las crías de cabras alimentadas con suplementación de 40% de heno de alfalfa y, por último, las crías de cabras con 40% de suplementación de heno. En la Figura 3, se muestra el promedio del peso por tratamientos durante el periodo experimental. El testigo, que fue el más pesado al inicio, terminó con el mayor incremento de peso.

## CONCLUSIONES

La sustitución de heno de alfalfa por triticale hidropónico no constituye una mejora en la producción y calidad de la leche de cabras Murciano-Granadina a excepción de la acidez. El triticale hidropónico probó reducir los grados de acidez mejorando la calidad de la leche.

## LITERATURA CITADA

- DREWNOWSKI, A. and V. Fulgoni. 2008. Nutrient profiling of foods: creating a nutrient-rich food index. *Nutr. Rev.* 66: 23-39.
- DURÁN, R.F. 2007. Manual de explotación y reproducción en caprinos. Grupo Latino Editoriales. 1ª. ed. 688 p.
- GARCÍA, C.M., P.L. Salas, R.J.R. Esparza, R.P. Preciado y P.J. Romero. 2013. Producción y calidad fisicoquímica de leche en cabras suplementadas con forraje verde hidropónico de maíz. *Agron. Mesoam.* 24(1): 169-176.
- GARCIERAS, B.F. 2011. Cambios de peso de cabras alimentadas con forraje verde hidropónico de Triticale (X Tri-

tico-secale Wittm.) al final de la lactancia. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 28-35.

GUEVARA, R., R. Ruiz, G. Guevara, L. Curbelo, C. Parra y E. Canino. 2002. Análisis integrado de los factores del suelo, la planta y el animal en pastoreo racional intensivo. *Pastos y Forrajes Cuba.* 25(2): 107-114.

LEÓN, J.M., J. Quiroz, J. Pleguezuelos, E. Martínez y J.V. Delgado. 2007. Curva de lactación para el número de lactación en cabras Murciano-Granadina. *Arch. Zootec.* 56 (1): 641-646.

MARSICO, G., E. Micera, S. Dimatteo, F. Minuti, A. Vicenti and A. Zarilli. 2009. Evaluation of animal welfare and milk production of goat fed on diet containing hydroponically germinating seeds. *J. Animal Sci.* 8(2): 625-627.

MENA, C.M., V.J.A. Bertot, B.R. Avilés, V.R. Guevara, V.G. Guevara y M. de O.R. Vázquez. 2007. Estacionalidad en la producción de leche en un rebaño bovino. *Rev. Prod. Animal.* 19(1): 9-12.

RIVERA, A., M. Moronta, E.M. González, D. González Perdomo, D.E. García y G. Hernández. 2010. Producción de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. *Zootecnia Trop.* 28: 33-41.

VEGA, S., R. Gutiérrez, G. Díaz, M. González, A. Ramírez, J. Salas, M. Coronado y G. González. 2005. Leche de Cabra: Producción, composición y aptitud industrial. *Rev. Carnilac Industrial.* 20: 9-18.