

# **Producción y Calidad de la Leche en Cabras Murciano Granadinas Alimentadas con Triticale Hidropónico.**

**Humberto Sepúlveda Palacios**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial  
para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN ZOOTECNIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**Subdirección de Postgrado**

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México**

**Diciembre, 2013.**



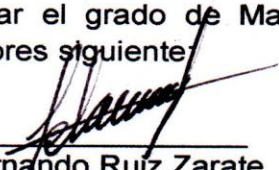
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO.

"Producción y Calidad de la Leche en Cabras Murciano Granadinas  
Alimentadas con Triticale Hidropónico"

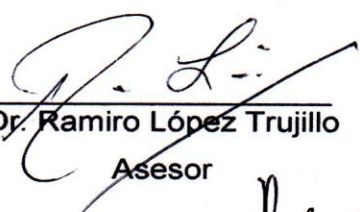
Tesis presentada por:

Humberto Sepúlveda Palacios

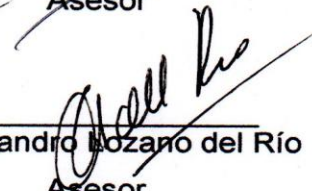
Como requisito parcial para optar el grado de Maestría en Ciencias de la  
Zootecnia ante el cuerpo de asesores siguiente:




Dr. Fernando Ruiz Zarate  
Asesor Principal




Dr. Ramiro López Trujillo  
Asesor



Dr. Alejandro Lozano del Río  
Asesor



Dr. Marco Antonio Arellano García  
Asesor



Dr. Fernando Ruiz Zarate  
Subdirector de Postgrado.

Saltillo, Coahuila. Diciembre de 2013.

## Agradecimientos

Agradezco a DIOS por la oportunidad de vivir siendo esta SU única responsabilidad hacia conmigo.

A mis padres Humberto Sepúlveda Villarreal y María de Lourdes Palacios de Sepúlveda, por su apoyo y amor incondicional, por ser siempre guía en mi vida y enseñarme a vencer los retos y dificultades que presenta. A mi abuela, Josefina Dávila de Palacios, por su compañía y sincera amistad. A mis hermanos Eduardo y Cecilia por su amor fraternal.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme este crecimiento personal y profesional, así como por brindarme las herramientas y conocimientos necesarios para llevar a cabo este trabajo.

A mi asesor principal Dr. Fernando Ruiz Zarate, así como a mis asesores: Dr. Ramiro López Trujillo, Dr. Alejandro Lozano del Río, Dr. Marco Antonio Arellano García y a mis maestros: Dr. Roberto

García Elizondo, Dr. Ramón Florencio García Castillo, Dra. Ana Verónica Charles, Manuel Rangel Blanco; por su paciencia, colaboración y sobre todo por compartir sus conocimientos conmigo.

Al Dr. Valentín Robledo Torres del Departamento de Horticultura por haber ofrecido espacio e instalaciones para llevar a cabo el cultivo hidropónico.

A mis compañeros de M.C en Zootecnia: Fanny, Ana, Tere, Angélica, Mayra, Cyntia, Oscar, Tipa, Rendí, Israel, Soto, Amauri, Jalpa, Adrian, Josué, Guarín y Pedro; por compartir sus experiencias y conocimientos así como su amistad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo y la confianza brindados en aras de la investigación y el desarrollo del País.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UANL, por haberme forjado como profesionista así como a mis maestros y compañeros de esa etapa de mi vida.

Al Maestro César Omar García-Rúan así como a Ali Hassan García-Rúan y Francisco Cruz Canive por ser en mi camino luz y guía, por sus consejos y tiempo dedicado. A mis compañeros de la Asociación Wu Quii Dao por compartir la alegría y la aventura de vivir.

*No se puede concebir una negación sin haber colocado por fundamento la afirmación opuesta.*

*Emmanuel Kant.*

**Compendio.**

**Producción y Calidad de la Leche en Cabras Murciano Granadinas  
Alimentadas con Triticale Hidropónico.**

**Por:**

**Humberto Sepúlveda Palacios.**

**Maestría en Ciencias en Zootecnia  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre, 2013.**

**Dr. Fernando Ruiz Zarate - Asesor principal**

**Palabras clave:** leche de cabra, calidad de la leche, producción de leche, forraje hidropónico, triticale hidropónico.

La problemática de la producción de leche a nivel mundial, son los constantes cambios climáticos y las sequías que afectan a la producción forrajera y por lo tanto a la producción lechera. Ante estos problemas, la producción hidropónica de forraje constituye una alternativa viable de obtención de alimento durante todo el año. Esta práctica consiste en la germinación de semillas y su posterior crecimiento en condiciones controladas, lo que hace factible su continua producción. El forraje hidropónico tiene alta digestibilidad, calidad nutricional y gran cantidad de enzimas que lo vuelven altamente aprovechable. Si a estas cualidades se le agrega la utilización de triticale, cuyo cultivo se recomienda en zonas áridas y frías, además de tener buena calidad

forrajera y alta palatabilidad; las posibilidades de sortear los obstáculos impuestos por el clima aumentan. Así el triticale hidropónico nos presenta la posibilidad de producir leche de calidad durante los periodos más críticos del año.

La leche, al ser de vital importancia en la nutrición del ser humano, requiere de una optimización de su producción y su calidad. La expansión del mercado le da a la leche de cabra la oportunidad de ofrecer una alternativa explotable. La cabra es de vital importancia para la supervivencia de comunidades rurales centradas en el autoconsumo. Pero más allá de este hecho, la leche de cabra ofrece muchos beneficios sobre la leche de vaca: es más fácil de digerir, tiene una menor tendencia a provocar alergias, además de que su consumo eleva la densidad en suero sanguíneo de Vitamina A, Tiamina, Riboflavina, Niacina, Calcio y Hemoglobina; por lo que su consumo debe de expandirse hacia las áreas urbanas y no limitarse en las áreas rurales.

Es por estas causas que se llevo a cabo un estudio con el fin de evaluar los efectos del Triticale Hidropónico en la producción y calidad de leche de cabras de la raza Murciano-Granadinas. Para evaluar este efecto y probar la hipótesis de que el triticale hidropónico aumentaría la producción de leche comparada con la alimentación a base de heno de alfalfa así como también mejoraría las características químicas de la misma, se utilizaron 15 hembras en lactación divididas en tres grupos (n=5). Cada grupo comprendía un Tratamiento cuya alimentación difería de los otros. El Tratamiento 1 (T1) fue el tratamiento testigo utilizando una dieta tradicional para cabra lechera compuesta por un 70% de heno de alfalfa y un 30% de concentrado marca Apileche®. El Tratamiento 2 (T2) comprendió un 40% de heno de alfalfa, 30% de concentrado marca Apileche® y un 20% de triticale hidropónico. En el Tratamiento 3 (T3) se utilizó un 30% de heno de alfalfa, un 30% de concentrado Apileche® y 40% de triticale hidropónico. El periodo experimental fue de 65 días abarcando desde el 12 de Diciembre de 2012 hasta el 14 de Febrero de 2013. Durante este tiempo se tomaron muestreos de producción de leche, mediante diferencia del peso de los



cabritos. Estos muestreos se realizaron cada dos semanas, así también se tomaron muestras de leche de cada tratamiento para el análisis de calidad (proteína, grasa, acidez) y junto con estos muestreos también se pesaron a las cabras, esto fue al inicio, a la mitad, una semana antes del final, y al final del periodo experimental.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar, el cual arrojó los siguientes resultados: en cuanto a la producción de leche no hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ ), siendo el T2 el del mayor promedio de producción. Para los parámetros de calidad, en cuanto a la acidez, se mostraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P<0.0001$ ); el T3 obtuvo el menor valor de acidez (1.60 Grados Dornic al 10%) seguido del T2 (1.65) mientras que el T1 fue el más alto y estadísticamente diferente con 2.05°. Así también hubo diferencias significativas en el tiempo de la acidez, siendo el Tiempo 1 el más bajo con 1.60°, seguido del Tiempo 2 con 1.78°, después el Tiempo 4 con 1.80° y por último el Tiempo 3 con 1.88°. El parámetro de proteína no mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ ), así tampoco el parámetro de grasa ( $P>0.05$ ). En el análisis del peso de las cabras no se encontró diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ ). El peso de las crías si mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $P<0.001$ ); el mayor pesaje lo obtuvo el T1, promediando durante la prueba un total de 10.030 kg, seguido del T3 con 8.847 kg, mientras que el T2 fue el más bajo con 7.847 kg. Se encontró que la sustitución de heno de alfalfa por triticale hidropónico, no constituye una mejora en los parámetros de producción y calidad en la leche de cabras murciano granadinas a excepción del parámetro de acidez. El triticale hidropónico probó reducir los grados de acidez mejorando la calidad de la leche.

## **ABSTRACT**

### **Yielding and Quality of Milk in Murciano Granadinas Goats Fed with Hydroponics of Triticale.**

**By:**

**Humberto Sepúlveda Palacios.**

**Master in Science in Animal Science**

**Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico. June, 2013.**

**Dr. Fernando Ruiz Zarate - Senior advisor**

**Keywords:** triticale, goats milk, milk production, acidity, weight.

This study was realized in the Buenavista Campus of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro in Saltillo Coahuila from the 12<sup>th</sup> of December of 2012 to the 14<sup>th</sup> of February of 2013. The production and quality (acidity, protein and fat) of milk was evaluated in Murciano Granadina goats fed with Hidroponic Triticale substituting alfalfa hay in a 0, 20 and 40% for the respecting Treatments 1, 2 and 3 at the pick of lactation. Each treatment, consisting in 5 goats (n=5), also received 30% of concentrate feed Apileche®. The weight of goats and kids was also evaluated. By the completely random statistic analysis the following results were obtained: the milk production didn't showed significant differences between treatments ( $P>0.05$ ). Even so, T2 had the highest average figures of production. For the quality measurements, considering acidity, there were significant differences between treatments ( $P<0.0001$ ); T3 had the lowest level of acidity (1.60° Dornic Degrees expressed at 10% to 16° Dornic degrees), followed by T2 (1.65°) that were statistically equal. T1 showed difference with 2.05°. There were also differences between the times of the

sample, being the first sample, Time 1, the lowest with 1.60°, followed by Time 2 with 1.78°, after comes Time 4 with 1.80° and at last Time 3 with 1.88°. The protein and fat parameters didn't have differences between treatments ( $P>0.05$ ). There weren't differences either in goat body ( $P>0.05$ ). The weight of the kids had significant differences between treatments ( $P<0.001$ ) being T1 the one which had the highest average in weight during the experiment with 10,030.2 kg, followed by T3 with 8,847.2 kg, and at last T2 with 7.847 kg. The substitution of alfalfa for hydroponic triticale didn't have positive effects on the yielding, protein and fat parameters, but improved the quality of milk by lowering the acidity. For parameters that did not showed significance, there is no difference to offer alfalfa hay or hydroponic triticale to Murciano Granadina goat diets in the highest milk production level of the lactation period under intensive production system.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	xii
ÍNDICE DE CUADROS .....	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
I.INTRODUCCION .....	1
Objetivo General. ....	2
Objetivos Específicos.....	2
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
La Cabra Lechera. ....	4
La Importancia de la Cabra Lechera. ....	4
Situación Actual de la Cabra Lechera. ....	5
La Raza Murciana-Granadina.....	5
Los Beneficios de la Leche de Cabra.....	6
Características Bromatológicas de la Leche de Cabra.....	7
Acidez. ....	8
Bioquímica de la Leche. ....	9
Lípidos. ....	9
Carbohidratos. ....	9
Proteínas. ....	9
Aminoácidos. ....	10
Vitaminas y Minerales. ....	11
Síntesis de la Leche. ....	11
La Unidad de Producción de Leche: la Glándula Mamaria de la Cabra. ....	11
La Nutrición de la Cabra Lechera. ....	12
Agua.....	12
Materia Seca.....	13

Energía. ....	13
Proteína. ....	14
Minerales. ....	15
Vitaminas. ....	15
Producción de AGV´S. ....	15
Componentes Alimenticios y Procesos Ruminales. ....	16
Celulosa. ....	16
Hemicelulosa. ....	16
Lignina. ....	16
El Triticale. ....	17
Características del Triticale. ....	17
Resultados en Experimentos con Triticale. ....	19
Hidroponia. ....	20
El Forraje Verde Hidropónico. ....	21
Características del Forraje Verde Hidropónico (FVH). ....	21
Proceso de Cultivar FVH. ....	23
Resultados de FVH en estudios sobre Alimentación Animal. ....	24
<b>III. MATERIALES Y METODOS. ....</b>	<b>27</b>
Localización. ....	27
Diseño de Tratamientos. ....	27
Tiempo. ....	28
Alimentación por Tratamiento. ....	28
Muestreos. ....	29
Producción de Triticale Hidropónico. ....	30
Estructura. ....	30
Siembra. ....	30
Cosecha. ....	31
Diseño Experimental. ....	31
<b>IV. RESULTADOS. ....</b>	<b>32</b>
Producción de Leche. ....	32

Calidad de Leche.....	33
Acidez. ....	33
Proteína. ....	35
Grasa. ....	36
Pesos en los Tratamientos.....	37
Pesos de las Cabras. ....	37
Pesos de las Crías.....	37
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. LITERATURA CITADA.....	43
VIII. APÉNDICE .....	54

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido (%) nutritivo promedio de la leche de cabra. ....	7
Cuadro 2. Contenidos de Vitaminas de la Leche de Cabra. ....	11
Cuadro 3. Requerimientos de agua por temperatura ambiental. ....	13
Cuadro 4. Aminoácido/ % de Proteína Total. ....	18
Cuadro 5. Composición (%) de las dietas o tratamientos con los ingredientes tal y como se ofrecieron. ....	28
Cuadro 6. Producción de Leche (g) de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale ( <i>X. Triticolsecale</i> Witt.) durante el pico de la lactancia en corral. ....	32
Cuadro 7. Acidez (grados Dornic al 10%) de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale ( <i>X. Triticolsecale</i> Witt.) durante el pico de la lactancia en corral. ....	34
Cuadro 8. Acidez por Tiempo (grados Dornic 10%) de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale ( <i>X. Triticolsecale</i> Witt.). ....	35
Cuadro 9. % de Proteína de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale ( <i>X. Triticolsecale</i> Witt.) durante el pico de la lactancia en corral. ....	36
Cuadro 10. % de Grasa de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale ( <i>X. Triticolsecale</i> Witt.) durante el pico de la lactancia en corral. ....	36
Cuadro 11. Pesos de cabras (kg) Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale ( <i>X. Triticolsecale</i> Witt.) durante el pico de la lactancia en corral. ....	37
Cuadro 12. Peso de cabritos (kg) Murciano Granadinos amamantados bajo tres niveles de forraje hidropónico de triticale ( <i>X. Triticolsecale</i> Witt.) en corral. ....	38
Cuadro 13. Bromatológico de los alimentos empleados en base a Materia Seca. ....	54

## INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Producción de Leche (g) de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale ( <i>X. Triticosecale</i> Witt.) a lo largo del periodo experimental. ....	33
Figura 2. Comparación gráfica de la Acidez durante el tiempo experimental entre Tratamientos de cabras Murciano Granadinas alimentadas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale ( <i>X. Triticosecale</i> Witt.).....	34
Figura 3. Incrementos de peso por tiempo de crías de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale ( <i>X. Triticosecale</i> Witt.) .....	38



## I.INTRODUCCION

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 digestibles que son de vital importancia para sostener las funciones corporales (Drewnowski y Fulgoni, 2008). En la actualidad, se están estableciendo nuevos mercados para la leche de cabra, como un ejemplo está la alimentación básica y medicinal para niños (Silanikove *et al.*, 2010). Es de gran importancia que la calidad e inocuidad de la leche de cabras sea optimizada para asegurar a los consumidores confianza en el producto para así incrementar el interés y el consumo del producto a nivel mundial (Siloanikove *et al.*, 2010).

Un aspecto primordial para la producción de leche, tanto en su cantidad como en su calidad, es la alimentación. Para que una cabra produzca buena leche, es necesario que tengan una alimentación óptima en cuanto a cantidad y calidad. 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 tradicional, está estrechamente relacionada a 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 innovaciones tecnológicas y utilizar correctamente los recursos (Mena *et al.*, 2007). Ante esta problemática, la producción de forraje hidropónico 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.

Cabras lecheras alimentadas con Triticale hidropónico, pueden ser capaces de producir leche rica y nutritiva que cumpla con los estándares de calidad, ofreciendo a una sociedad en constante demanda, una alternativa alimenticia viable.

En esta investigación, se compararan los parámetros de producción y calidad de la leche de cabra alimentada con una dieta tradicional contra una dieta adicionada con dos niveles de Forraje Verde Hidropónico (FVH) utilizando semilla de Triticale (X Triticosecale Wittmack).

### **Objetivo General.**

Evaluar el efecto de la sustitución de heno de alfalfa por Triticale hidropónico en los parámetros de producción y calidad de la leche en cabras Murciana-Granadinas en el pico de la lactancia en un sistema de producción intensivo.

### **Objetivos Específicos.**

-Evaluar la producción de leche con diferentes niveles de Triticale hidropónico en la dieta de cabras Murciano Granadinas en el pico de la lactancia.

-Evaluar el peso de las cabras y cabritos.

-Evaluar la calidad de la leche (acidez, proteína y grasa) con diferentes niveles de Triticale hidropónico en la dieta de cabras Murciano Granadinas en el pico de la lactancia.

**Hipótesis.**

El Triticale hidropónico, por tratarse de un forraje fresco y por lo tanto de alto valor nutritivo, aumentará la producción de leche comparada con la alimentación a base de heno de alfalfa así como también mejorará las características químicas de la misma. Por el contrario, el peso de las cabras con mayor producción láctea, tendrá una tendencia a ser más bajo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### **La Cabra Lechera.**

### **La Importancia de la Cabra Lechera.**

En la actualidad, la importancia de la cabra lechera, reside en que su producción se fija en el autoconsumo. Históricamente, las granjas familiares siempre han sido el hogar de las cabras, mereciéndose el título de “la madre adoptiva de la humanidad” (Belanger, 1987). La importancia de la cabras en el autoconsumo se debe a su habilidad de proveer comida de alta calidad bajo diversas condiciones climáticas, además de su resistencia hacia ambientes extremos (Silanikove, 2000). Se estima que en los lugares donde una hectárea puede sostener a una vaca en pastoreo, la misma área de producción puede sostener hasta doce cabras, volviendo la alimentación de una cabra muy económica y su producción rentable (Durán, 2007). La producción de leche de cabra mejora el ingreso familiar y contribuye significativamente a resolver problemas nutricionales (Moreno *et al.*, 1999). Esta actividad se debería fomentar en todo el mundo y su difusión ayudaría a aumentar el bienestar y la salud, así como la prevención de algunas enfermedades (Flores *et al.*, 2009).

## **Situación Actual de la Cabra Lechera.**

La producción mundial de leche de cabra representaba el 2.1 % del total de leche producida en el mundo en el año 2000; estimando una producción de 12, 500,000 ton (Thomas y Haenlein, 2004). En el 2002, México aportó el 1.2% del total de la producción mundial de leche de cabra con 131,200 toneladas métricas, ocupando el lugar 17 del mundo. Para el año de 2003 la FAO estimó una producción en México de 148,000 toneladas métricas manteniéndose constante en los últimos diez años (Vega *et al.*, 2005). La producción de leche de cabra está aumentando a un ritmo más alto que al que crece la población mundial (1.8 % contra 1.4 %) (Romero, 2004).

## **La Raza Murciana-Granadina.**

La cabra Murciano–Granadina es la principal raza caprina lechera de España. Es una raza autóctona muy extendida en especial en aquellas regiones de climas secos y cálidos. Debido a su rusticidad es muy adecuada para la producción láctea en países de América y África especialmente aquellos áridos y calurosos (Jurado y Castillo 2007).

Tanto la murciana como la granadina se distinguían como razas diferentes hasta hace algunos años. De temperamento vivaz es un animal de doble propósito cuyas hembras alcanzan pesos desde los 45 hasta los 55kg y los machos de los 70 a los 75kg. Tiene un color caoba o negro uniforme con mucosas de color rosado o pizarra. Esta raza tiene una producción láctea que oscila entre los 450 a 500 litros de leche por ciclo de lactación. Esta leche tiene un porcentaje de grasa entre 3.6 y 5.9%, lo que la hace ideal para la

elaboración de quesos. Usualmente esta raza tiene dos crías por parto, cada una pesando entre los 2 y 3 kg. (Durán 2007).

### **Los Beneficios de la Leche de Cabra.**

Tradicionalmente, la leche ha sido considerada como fundamental en las dietas de muchas culturas. La leche provee una matriz fácilmente accesible rica en gran cantidad de nutrientes esenciales como minerales, vitaminas y proteínas fácilmente digeribles con perfiles balanceados de aminoácidos los cuales son importantes para sostener las funciones corporales (Drewnowski y Fulgoni, 2008).

Existen diferencias fisiológicas y anatómicas únicas entre la cabra y la vaca que se traducen en diferencias sobre la composición de la leche y sus productos (Hanlein, 2001). La leche de cabra es más fácil de digerir que la leche de vaca debido a que su grasa es más fina y fácil de asimilar, los Médicos Pediatras, recomiendan la leche de cabra para los niños que son intolerantes a la leche de vaca, (Durán, 2007). Comparando la alergia a la leche de cabra o vaca, la alergia a la primera apareció en una edad mucho más avanzada, (Ah-Leung *et al.*, 2006) dando un tiempo de ventaja a los infantes que dependen de la leche como su fuente principal de alimento (Silanikove *et al.*, 2010). Aunque para provocar la reacción alérgica se necesitan más de 5 veces la dosis de leche de cabra comparada con la de vaca (Bellioni-Businco *et al.*, 1999). Bevilacqua *et al.*, (2001) sugieren que la baja tendencia alérgica de la leche de cabra puede estar directamente relacionada a niveles más bajos de  $\alpha_{s1}$ -caseína. En Francia, estudios clínicos llevados a cabo durante veinte años con pacientes alérgicos a la leche de vaca fueron concluyentes para determinar que la sustitución de la leche de cabra por la de vaca era acompañada de mejoras “inegables” en la salud (Sabbah *et al.*, 1997).

Con el consumo de leche de cabra, el organismo aumenta la absorción y la utilización del hierro y el cobre, gracias a los altos contenidos de triglicéridos de cadena media y a la cistina y lisina. Los altos niveles de hierro en esta leche, son de mayor viabilidad en las anemias que cuando el consumo es de leche de vaca. Los niños que se alimentan con leche de cabra alcanzan mayor peso, mayor estatura, más mineralización de los huesos. En plasma sanguíneo presentan mayor densidad de las vitaminas A, Tiamina, Riboflavina y Niacina, así como del calcio y de la hemoglobina. Esta leche contiene la mayoría de las vitaminas y de los minerales que requiere el desarrollo de los niños (Solís y Castro, 2007).

### **Características Bromatológicas de la Leche de Cabra.**

La calidad de la leche depende de su composición bromatológica, reportándose que los principales componentes de esta (proteína, grasa y sólidos totales), dependen de factores como: raza, sistema de alimentación, periodo de lactancia y formas de manejo del rebaño (Pinto *et al.*, 1998). En el cuadro 1 se muestra el contenido químico promedio (%) de la leche de cabra.

**Cuadro 1.** Contenido (%) nutritivo promedio de la leche de cabra.

Agua	Proteína	Grasa	Lactosa	Cenizas	Calcio	Fosforo
86.5	3.6	4.0	5.1	0.80	0.131	0.104

(Maynard y Loosli, 1969).

## **Acidez.**

El valor de la acidez, está constituido por la suma de cuatro reacciones; tres son llamadas “acidez natural” y la cuarta es la “acidez desarrollada”. La “acidez natural” se puede deber a la presencia de caseínas, los minerales, los ácidos orgánicos y/o las reacciones secundarias de los fosfatos; mientras que la “acidez desarrollada” procede de la degradación microbiana de la lactosa, formando entre otros ácidos, el ácido láctico. (Quiles y Hevia, 2001).

Al momento de la ordeña, la acidez en la leche caprina oscila entre los 14 y 16°D (grados Dornic). 1 grado Dornic es equivalente a 0.1mg de ácido láctico en 1 litro de leche (Quiles y Hevia, 2001). Para efectos de industrialización, la máxima tolerancia es de 1.8 mg de ácido láctico o 18°D (Herrera, 1995). Valores de acidez titulable por encima de 22° D ponen en evidencia leche en vías de alteración por acción de microorganismos (Negril 2005).

Al variar los niveles de caseínas y sales minerales de la leche a lo largo de la lactancia, la acidez se encuentran en función de la curva de producción láctea, presentando la última fase niveles entre los 16-18°D, debido a la mayor cantidad de caseínas (Quiles y Hevia, 2001).

En un estudio realizado por Salvador *et al.*, (2006), se evaluaron 104 muestras pertenecientes a las lactancias de 18 cabras mestizas/canarias, del primer al cuarto parto; pertenecientes a la Unidad Experimental de Producción Caprina de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela. En este estudio se probó que la acidez titulable aumentaba conforme aumentaba la lactancia y que tenía una correlación positiva con los componentes de la leche (Proteína y Caseína) ( $P < 0.05$ ).



## **Bioquímica de la Leche.**

### **Lípidos.**

El porcentaje total de grasa en la leche de cabra y de vaca es bastante similar, y la composición de ácidos grasos depende en gran medida a la dieta ofrecida. Dos características de la leche de cabra son de vital importancia para su procesamiento: la primera es el menor tamaño de los glóbulos de grasa, comparados con los de la leche de vaca. En ambas especies los glóbulos de grasa miden entre 1 a 10  $\mu\text{m}$ , pero el número menor de 5  $\mu\text{m}$  es del 60% en leche de vaca y del 80% en la de cabra. Esta diferencia se traduce en que los productos de leche de cabra tienen una textura más suave. La segunda característica es que la leche de cabra contiene una mayor proporción de ácidos grasos de cadena mediana, por ejemplo el caproico (C6:0), caprylico (C8:0) and caprico (C10:0) que son parcialmente responsables del sabor “cajeta” de la leche de cabra (Silanikove *et al.*, 2010). Además de contribuir al sabor “cajeta”, la mayor proporción de ácidos grasos de cadena mediana de la leche de cabra; son considerados como antibacterianos y antivirales, así como de inhibir y disolver depósitos de colesterol. Además son absorbidos rápidamente por el intestino (Shingfield *et al.*, 2008).

### **Carbohidratos.**

Al igual que en las vacas, la lactosa constituye el principal carbohidrato en la leche de cabra, aunque contiene menos lactosa (en promedio 4.1% vs. 4.7%). Aún así, no se puede tomar en cuenta como una solución dietética para la gente que es intolerante a la lactosa (Silanikove *et al.*, 2010).

### **Proteínas.**

Tanto en la cabra como en la vaca, el porcentaje de proteína no difiere significativamente y en ambas especies su contenido es poco manipulable a través de la dieta (Silanikove *et al.*, 2010).

Aun así, los micelios de la caseína en la leche de vaca son pequeños (60–80 nm) comparados con los de la leche de cabra, que miden entre 100 y 200 nm. Otra diferencia clave entre especies, es el nivel de la  $\alpha_{s1}$ -caseína, la cual en la cabra oscila, según Martin *et al.*, (2002), entre 0 y 7 g/l. Como la leche de humano no contiene  $\alpha_{s1}$ -caseína, el bajo nivel de esta proteína en la leche de cabra y su alto proporción de  $\beta$ -caseína se traduce en que el perfil de caseína se asemeja más al de la leche humana que la de la vaca (Clark y Sherbon, 2000).

Jasinka, (1995) demostró que el 96% de la caseína de cabra fue completamente hidrolizada *in vitro* por la tripsina, comparada con la caseína de vaca que alcanzó un máximo de 90%. Así también Almaas *et al.*, (2006), demostraron que después de un tratamiento con jugo gástrico y duodenal humano sólo un pequeño porcentaje (~23%) de la  $\beta$ -lactoglobulina de cabra permaneció sin digerir en comparación con el ~83% de la de vaca.

### **Aminoácidos.**

La leche de cabra contiene un perfil de aminoácidos parecido al de la vaca, exceptuando una concentración de cistina más baja, que también es más baja que la de la leche humana. Sin embargo las concentraciones de Metionina y cistina, cuando son juntas, son equivalentes en la leche de cabra y la leche humana. En la leche de cabra, la taurina la glicina y el Ácido Glutámico son los principales aminoácidos libres. La Taurina es particularmente alta y su presencia está involucrada en la formación de las sales biliares, la osmoregulación, anti-oxidación, transporte de calcio y en el funcionamiento del Sistema Nervioso Central (Rutherford *et al.*, 2008).

## Vitaminas y Minerales.

Comparado con la leche humana y de vaca la leche de cabra contiene más calcio, fosforo y potasio, aunque su contenido de vitaminas es muy similar al de las especies antes mencionadas, (Silanikove *et al.*, 2010). En el cuadro 2 se muestra los contenidos de algunas vitaminas de la leche de cabra.

**Cuadro 2.** Contenidos de Vitaminas de la Leche de Cabra.

Vit. A	Tiamina	Riboflavina	Acido. Nicotínico	Vit. B6	Vit. B12	Acido Ascórbico
2074 ui/lt	0.40 mg/lt	1.84 mg/lt	1.87 mg/lt	0.07 mg/lt	0.001mg/lt	15 mg/lt

(Maynard y Loosli, 1969).

## Síntesis de la Leche.

La síntesis de la leche depende del adecuado desarrollo de la glándula mamaria, la nutrición, la extracción de los metabolitos precursores desde la sangre y su conversión a leche dentro de las células epiteliales alveolares, (Silanikove *et al.*, 2010).

## La Unidad de Producción de Leche: la Glándula Mamaria de la Cabra.

Las glándulas mamarias son glándulas cutáneas modificadas para llevar a cabo la tarea de producir leche. A la unidad de formación de la leche se lo conoce como ubre, que en la cabra está compuesta por dos unidades independientes e incomunicadas. La forma de la ubre afecta también la producción de leche, ya que una ubre deforme y con malos implantes puede acarrearle al animal problemas de salud así como problemas mecánicos. La ubre ideal debe de ser espaciosa, fuertemente sujeta, bien sostenida y de buena calidad; estas características son indicadores de elevada producción y largo periodo de utilidad, (Vera, 1998).

La leche se excreta en los alveolos, que es una unidad microscópica compuesta por varias células, cubierta de vasos sanguíneos, nervios y músculo. Cada célula secretora del alveolo produce leche a partir de los nutrientes irrigados por la corriente sanguínea cuya circulación arterial está compuesta principalmente por la arteria perineal y la arteria externa púbica, así como la circulación venosa compuesta por la vena perineal y la vena externa púbica. El sistema linfático también es parte importante de la irrigación de la ubre. La linfa es el fluido del cuerpo que fuera de las arterias y venas, baña todas las células corporales, siendo un líquido claro y seroso, (Vera ,1998).

## **La Nutrición de la Cabra Lechera.**

### **Agua.**

Para cualquier animal productor de leche, el nutriente más importante es el agua, ya que el 87% de la leche, está compuesta por agua. El agua suministrada a los animales productores debe de ser limpia, apetecible y de buena calidad (Maynard y Loosli, 1969).

En el Cuadro 3 se muestra el requerimiento de agua (kg) en una hembra caprina en lactación por kilogramo de Materia Seca consumida, el cual puede variar según la temperatura ambiental (°C).

**Cuadro 3.** Requerimientos de agua por temperatura ambiental.

Temperatura Ambiental	15°C	20°C	25°C	30°C
Requerimiento de H <sub>2</sub> O	4-5	5.2-6.5	6-7.5	8-10

(Maynard y Loosli, 1969).

### **Materia Seca.**

La materia Seca se define como la porción de un alimento que queda tras eliminar el agua del mismo (Church *et al.*, 2007). En general, las cabras deben consumir materia seca (MS) en relación con el peso corporal, o la MS consumida debe contener una mayor concentración de nutrientes comparado con los requerimientos nutricionales de otros rumiantes. El retículo-rumen de la cabra es más pequeño de acuerdo con el tamaño corporal, y el tiempo de retención de las partículas de alimento tiende a ser menor. Cabras en lactación y crecimiento consumen 3.5 a 5% de su peso corporal (base seca) por día. Durante el último tercio de la gestación el consumo baja drásticamente a 2.7 %, debido a que el/los fetos ocupan gran parte de la cavidad abdominal.

### **Energía.**

La energía es una limitante y un requerimiento importante, ya que la falta de energía (carbohidratos) ocasionan la disminución de la eficiencia reproductiva, la baja Condición Corporal, baja en la producción de leche y en

ocasiones la muerte (Church *et al.*, 2007). Con excepción del agua, la energía es el nutriente que mayormente requieren las cabras (Elizondo, 2008).

Algunos alimentos que aportan energía son:

-Forrajes gramíneos: pasto de guinea, pasto estrella, sorgo forrajero.

-Forrajes Arbustivos leguminosos: acacia forrajera, raigrass tetralite, raigrass ariqui, alfalfa, trébol blanco.

-Granos: maíz, sorgo, salvadillo, cebada.

(Durán, 2007).

## **Proteína.**

La proteína también juega un papel importante en la nutrición de las cabras, ya que es a través de su síntesis que el cuerpo de los animales adquiere los nutrientes necesarios para su mantenimiento y su producción lechera. Al ser rumiantes, las cabras dependen de la población microbiana del rumen y del procesamiento de los forrajes y proteínas por parte de los microorganismos. Alimentos altos en proteína. Alfalfa, trébol blanco, urea (no más del 1% de la ración total o el 3% de la ración del concentrado), maíz, sorgo, semilla de algodón (Durán, 2007).

Las necesidades de proteína de los animales son expresadas en unidades de proteína metabolizable (PM) y se define como la proteína verdadera que es digerida postruminalmente y los aminoácidos absorbidos en el intestino (NRC 2001). La proteína microbiana sintetizada en el rumen, la proteína del alimento no degradada en el rumen y la proteína endógena, contribuyen al paso de proteína metabolizable hacia el intestino delgado (Elizondo, 2008).

## **Minerales.**

Las necesidades minerales de las cabras, son afectadas por varios factores como raza, edad, sexo y estado fisiológico. En las cabras lecheras los minerales más importantes son el Calcio y el Fosforo y una falta de estos minerales o bien una proporción entre estos menor a 1.2:1, puede limitar la producción de leche (Church *et al.*, 2007). Los forrajes son fuente importante de minerales para los rumiantes, sin embargo, en algunas situaciones son deficientes en uno o más minerales y la suplementación es requerida para un óptimo desempeño de producción (McDowell, 1983).

## **Vitaminas.**

Las cabras necesitan fuentes alimentarias de vitaminas liposolubles (A, D, E y K), aunque los microbios del rumen son capaces de producir cantidades suficientes de vitaminas hidrosolubles (Church *et al.*, 2007).

## **Producción de AGV'S.**

Los procesos que ocurren en el ambiente ruminal, generan los Ácidos Grasos Volátiles (AGV) que comprenden más del 60 % de la energía que el animal utilizará para mantenimiento y producción (Santini, 1994). La diversidad de microorganismos ruminales es importante porque la presencia de distintas especies, aporta un conjunto mayor de genes y complemento de enzimas, así como reacciones bioquímicas precisas para una conversión máxima de productos alimenticios en células microbianas y productos de fermentación. Una población diversa estabiliza la fermentación, al evitar grandes variaciones en las cantidades y proporciones de productos finales formados (Blanco, 1999).

## **Componentes Alimenticios y Procesos Ruminales.**

### **Celulosa.**

La disponibilidad de la celulosa para los organismos celulolíticos varía de acuerdo al nivel de lignificación y el ambiente ruminal generado por la dieta, siendo el rumen el principal sitio de digestión con un 80-85% de la cantidad degradada en todo el tracto. La celulosa digestible que puede ser fermentada en el ciego y colon varía de un mínimo de un 5 % a un máximo de un 29 % (Beever *et al.*, 1972).

### **Hemicelulosa.**

Es otro componente de la pared celular del vegetal, está constituida por cadenas de xilano unidas a moléculas de glucosa, fructosa, galactosa y arabinosa. Este complejo químico no es soluble en agua y constituye entre el 30 al 40 % del total de los hidratos de carbono totales (Dehority, 1973). La digestibilidad en rumen varía entre un 52 y un 84 % y en ciego y colon entre 9 y 45 % (Beever *et al.*, 1972)

### **Lignina.**

Es un polímero compuesto de unidades de fenil propano de estructura muy compleja y de alto peso molecular. Es indigestible y altamente resistente a la mayoría de los agentes químicos. Su contenido aumenta con la edad del forraje y puede alcanzar el 15 % de la materia seca (MS). La fermentación de la lignina es extremadamente baja, y su presencia constituye una especie de



barrera física para la fermentación microbiana de la celulosa y hemicelulosa (Blanco, 1999).

## **El Triticale.**

### **Características del Triticale.**

El Triticale (*X Triticosecale Wittmack*) es un cereal sintético resultado del cruzamiento del Trigo (*Triticum aestivum*) y el Centeno (*Secale cereale*) obteniéndose por primera vez en 1876 aunque de forma estéril y siendo ya de forma fértil en 1888. Se considera como un buen cultivo para medioambientes secos donde la productividad de cultivos más tradicionales como el trigo se ve limitada (Ford *et al.*, 1984). Existen triticales de tres tipos: de hábito de primavera, intermedio e invernal. Es una planta de rápido crecimiento, de buena adaptación, tiene un menor uso constitutivo del agua, gran resistencia al frío, buena calidad forrajera y sobre todo excelente palatabilidad (Candelas, 1988). El triticale, muestra algunas ventajas agronómicas comparadas al trigo; como la habilidad de producir cantidades más elevadas de materia seca sobre-terreno (Giunta y Motzo, 2005). Además el triticale es capaz de resistir factores bióticos y no bióticos desfavorables y producir un buen rendimiento en regiones marginales (Matinek *et al.*, 2008).

Como forraje puede ser usado para pastoreo, henificación o ensilaje de buena calidad (Candelas, 1988). Como forraje de invierno suplementario se encontró que tiene mayor potencial de rendimiento y contenido de proteína que las avenas en fases tardías de crecimiento (Gamboa, 1980). Así mismo Reséndiz, (1987), menciona que el potencial del triticale como un forraje suplementario de invierno muestra ser alto, así como el contenido de proteínas, por tener un rápido crecimiento y alto rendimiento.

Zillinsky, (1974), le asigno al triticale su principal uso como alimento concentrado para el ganado (avícola y porcícola). Como grano probó ser tan efectivo como el maíz y el trigo en las especies ya mencionadas. Tiene un alto contenido de proteína la cuál en las dietas de las aves redujo la utilización del frijol de soya (CSSA, 1985). El grano del triticale tiene excelente calidad de proteína y es comparable al maíz y a otros granos alimenticios en su contenido energético (CIMMYT, 1991). En el triticale la lisina es de suficiente valor como para mantener la producción de huevo (CSSA, 1985). En el Cuadro 4 se muestra la composición (%) de Aminoácidos del Triticale.

**Cuadro 4.** Aminoácido/ % de Proteína Total.

Lysina	3.72	Alanina	4.56
Histidina	3.28	Valina	7.64
Serina	4.87	Metionina	1.54
Acido Aspartico	6.25	Isoleucina	2.77
Threonina	2.93	Leucina	3.73
Acido Glutamico	23.82	Tirosina	2.79
Prolina	2.3	Fenilalanina	4.4
Glycina	4.5	Arginina	0.92
Cystina	0.36		

(CSSA, 1985).

Debido a su alta productividad, el triticale es una alternativa apropiada para sustituir otros cereales y el crecimiento de su uso y productividad seguramente continuará, (Bassu *et al.*, 2011). Reportes de investigación del CIMMYT, (1987)

mencionan que el triticale produce mayor Biomasa que el trigo, la avena, la cebada y el centeno; además que los animales lo prefieren por su alta palatabilidad.

### **Resultados en Experimentos con Triticale.**

Jahn, (*et al.*, 1989), sometieron a 32 terneros Holstein de ocho semanas de edad y 70 kg de peso vivo a un experimento con duración de 10 semanas, durante las cuales se reemplazó el grano de maíz por el del triticale en los siguientes porcentajes: T1=0%; T2=25%; T3=50%; T4=100%. En los parámetros de consumo, peso vivo al final, aumento de peso y aumento de kg al día no se encontró diferencia significativa entre Tratamientos ( $P<0.05$ ). Aunque cabe mencionar que el T3 mostró valores numéricos más altos, lo que demuestra que en este experimento el grano de triticale puede compararse al del maíz.

En un experimento en el que se utilizaron 27 cabritas destetadas de cinco meses y con un promedio de peso de 15 kg, Prado, (1995) sustituyó el grano de sorgo por el grano de triticale para medir la ganancia diaria de peso (GDP), encontrando que la dieta testigo (T1: 70% grano de sorgo 30% forraje de avena) mostró diferencias significativas ( $P<0.001$ ) respecto al T2 (35% grano de sorgo 35% grano de triticale 30% forraje de avena) y T3 (70% grano de triticale 30% forraje de avena) resultando en una GDP de 12.92 gramos/día comparada con 0.9 gramos/día del T2 y 2.7 gramos/día del T3.

Se sometieron a treinta cabras criollas divididas en tres Tratamiento ( $n=10$ ) a un experimento de alimentación en el que se comparó el heno de Triticale con el heno de Rye Grass y su combinación; T1: Rye Grass; T2: Triticale/Rye Grass; T3: Triticale, para estimar las ganancias diarias de peso (GDP) y la producción lechera. Ríos, (1996) encontró que en cuanto a la GDP el heno de Rye Grass (T1) mostró diferencias significativas ( $P<0.01$ ) con una ganancia de 0.156

kg/día comparada con 0.131 kg/día del T2 y 0.130 kg/día del T3. En cuanto a la producción de leche, no hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ ).

En un experimento realizado en la UAAAN para evaluar la producción de tres especies forrajeras (Cebada, Trigo y Triticale) bajo el sistema de hidroponía en invernadero, García, (2004) encontró que el triticale en la densidad 1.5 kg/.33m<sup>2</sup> alcanzó mayor peso y altura ( $P<0.05$ ) que el trigo y la cebada.

### **Hidroponia.**

La hidroponía (del griego hidro; agua y ponos; trabajo) es un sistema de cultivo de plantas sin tierra. Este sistema provee a las plantas de los nutrientes necesarios para su crecimiento de forma directa a través de una solución acuosa sintética y de sales minerales diversas (Durany, 1977).

Los comienzos del cultivo hidropónicos en Occidente se remontan al siglo XVI, cuando Helmont, (1600) creyó haber comprobado que las plantas formaban las sustancias nutritivas a partir del agua y no de la tierra. Esto lo dedujo de un experimento en el que sembró un árbol en un cilindro de metal, negándole el intercambio de tierra y siendo el agua su único suministro de nutrientes.

Actualmente existen varios métodos de cultivo aunque todos se basan en un mismo fundamento: la utilización de elementos minerales para elaborar una solución acuosa que alimente a la planta. Los métodos de cultivo se sintetizan en dos grupos: con sustrato (puede ser de origen, mineral, vegetal o plástico) o sin sustrato (sólo líquido), (Espinoza, 2007).

## **El Forraje Verde Hidropónico.**

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. En la práctica, el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo. Covarrubias y Peralta, (1989) mencionan que los cultivos hidropónicos de forraje constituyen una alternativa para la alimentación de especies de rumiantes y monogástricos en épocas de sequía o como suplementación para reemplazo parcial de concentrados a base de granos de cereales.

## **Características del Forraje Verde Hidropónico (FVH).**

El FVH es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal. (FAO, 2001). Es también un alimento con el suficiente valor nutricional para considerarlo como un suplemento alimenticio ideal para elevar la condición nutricional del ganado, principalmente en zonas áridas y semiáridas donde es común que los animales pasen por periodos de subnutrición en diferentes etapas de su vida (Espinoza *et al.*, 2007).

Un estudio realizado por López *et al.*, (2009) indicó que el contenido de PC (13-14%) y energía metabólica ( $2,4-2,5\text{Mcal}\cdot\text{kg}^{-1}\text{MS}$ ) del FVH es suficiente para satisfacer los requerimientos de diversos tipos de ganado.

El FVH tiene una cantidad de enzimas que lo hacen doblemente aprovechable, ya que ahorra trabajo al tracto digestivo del animal. También estimula el sistema endocrino del animal y aumenta la actividad metabólica. Se observa un aumento en la fertilidad ya que la vitamina C es un factor importante para esta actividad. Por cada 100 g de FVH existen 15.45 mg de vitamina C, lo cual es aprovechado por el animal como auto defensa contra enfermedades (Valdivia, 1997).

El FVH es un sistema de alta producción. Estudios realizados en México con control sobre el volumen de agua, luz, nutrientes y CO<sub>2</sub> (anhídrico carbónico) demostraron que a partir de 22 kg de semillas de trigo, es posible una óptima producción de 112 kg de FVH al día (Lomelí, 2000).

Entre las ventajas de los cultivos por hidroponía se pueden mencionar las siguientes:

- Humedad uniforme.
- Mayor densidad de cultivo.
- Fácil corrección de deficiencias.
- Control de pH.
- No dependen de los factores meteorológicos (vientos, granizos, temperatura, sequías...)
- Altos rendimientos por unidad de superficie.
- Precocidad de los cultivos.
- Mayor calidad y uniformidad. La cabra es muy sensible a la calidad del forraje, aquellos de mala calidad puede presentar hasta el 50% de desprecio (Martínez *et al.*, 2006)
- Cultivo en serie de la misma planta.

- Varias cosechas al año (3-5).
  - .-Menor espacio requerido.
  - Reciclaje de agua.
  - Reducción de costos.
  - Automatización casi completa.
  - Menor erosión y contaminación.
  - Crecimiento rápido.
- (Almanza, 1984).

### **Proceso de Cultivar FVH.**

- Se debe de seleccionar cuidadosamente la semilla, procurando que los granos estén en buen estado y que no hayan sido tratados con pesticidas o productos tóxicos (Espinoza, 2007).
- Después de lavar la semilla con agua limpia, se mantendrá en remojo alrededor de de 10 horas. Las semillas deben lavarse y desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio al 1%. El lavado debe de eliminar los hongos y bacterias contaminantes, liberarlas de residuos y limpiarlas.
- La dosis óptima de siembra por metro cuadrado es de entre 2.2 a 3.4 kg considerando que las semillas no deben de superar los 1.5 cm de altura en la bandeja (Rodríguez, 2000).
- Se considera que por cada kilogramo de semilla, se utilizan 2 litros de agua. El cultivo produce bloques completos de forraje fácilmente cosechables. Se retira de la charola el colchón radicular, que es el conjunto de raíces, semillas y forraje que se ha formado en la charola de producción (Espinoza, 2007). En

términos generales entre los días 12 a 14 se realiza la cosecha del FVH (Ñíguez, 1988).

-El forraje cosechado se puede almacenar por 2 a 3 días, después de este tiempo irá perdiendo su contenido nutrimental al igual que el rendimiento en la producción, siendo mayor y más completo que el forraje de cultivos tradicionales (Espinoza, 2007).

En un sistema de producción de forraje hidropónico antes de sembrar la semilla de avena y triticale, para acelerar la germinación, es conveniente someterla a una hidratación previa por un lapso no mayor a doce horas. La dosis de siembra más adecuada, considerando para ello el normal desarrollo de plántulas y la más alta germinación, varía en un rango de 2 a 3 kg/m para avena y de 3 a 4 kg/m para triticale (peso seco al aire). El uso de solución nutritiva no determina diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en producción de biomasa (Hidalgo, 1985).

En un estudio realizado con Avena y Triticale, Hidalgo, (1984), encontró que bajo condiciones de cultivo hidropónico, luego de veinte días de crecimiento, en todos los tratamientos y en ambas especies, se produjo una reducción de biomasa respecto al peso inicial de los granos sembrados, siendo ésta mayor en triticale.

### **Resultados de FVH en estudios sobre Alimentación Animal.**

-Aumento significativo en peso vivo de corderos destetados precozmente, suministrándoles dosis crecientes de FVH hasta un máximo comprobado de 300 gramos de materia seca al día (Morales, 1987).

-Aumento productivo en vacas lecheras a partir del uso de FVH de avena y cebada cervecera (Sepúlveda, 1994).



-En el ganado lechero, logró bajar los costos de alimentación así como incrementar la producción lechera en un 7.2% en vacas con una producción mayor de 28 litros de leche/día y en vacas de baja producción 14 litros de leche/día, el incremento ha sido muy considerable y se elevó hasta un 53% (Pérez, 1987).

En un experimento en el que se sometieron 64 cabras Saanen y Alpino al final de la lactancia para evaluar ganancias diarias de peso en la sustitución de alfalfa por FVH de triticale, Garcieras, (2011) encontró que a medida que el nivel de FVH aumentaba en las raciones (15, 30 y 45%), las GDP disminuyeron ( $P=0.0025$ ).

En un experimento en el que fueron usadas 64 cabras de la raza Saanen y Alpino al final de la lactancia para evaluar la calidad de la leche en la sustitución de heno de alfalfa por triticale hidropónico (T1 0%, T2 15%, T3 30% y T4 45%), Granillo, (2012) concluyó que para las variables de acidez, proteína y densidad de la leche no había diferencia significativa entre razas ni entre tratamientos ( $P>0.05$ ), mientras que la grasa si mostró diferencias significativas ( $P<0.05$ ) aumentando su porcentaje a medida que aumentaba la sustitución de alfalfa por triticale hidropónico en la dieta.

En un estudio de la universidad de Bari, Marsico *et al.*, (2009) usaron 90 cabras en lactancia de la raza Jónica distribuidas en tres grupos homogéneos de 30 animales. El grupo testigo fue alimentado con forraje de trigo y concentrado mientras que el grupo A recibió 1.5 kg/cabra de Avena hidropónica cosechada a los 7 días y el grupo B recibió 3 kg/cabra del mismo forraje hidropónico en sustitución parcial del forraje seco. No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos para la producción de leche.

En un estudio realizado por Micera *et al.*, (2009) en la universidad de Bari, se usaron 45 borregas en lactancia de la raza Comisana divididas en tres grupos homogéneos de 15 animales. El grupo testigo fue alimentado con forraje de trigo y concentrado mientras que el grupo A recibió 1.5 kg/borrega de Avena

hidropónica cosechada a los 7 días y el grupo B recibió 3 kg/borrega del mismo forraje hidropónico en sustitución parcial del forraje de trigo. El análisis estadístico arrojó un incremento significativo en la producción de leche para los grupos A y B comparados con el testigo ( $P < 0.05$  y  $P < 0.001$ ).

En Argentina se sometieron a 12 hembras de la raza Nubia a una prueba de ganancia de peso con las siguientes dietas; Dieta 1: heno de alfalfa 62%, maíz blanco 20%, ensilaje de maíz 18%; Dieta 2: FVH de maíz 70%, heno de coquia 30%; Dieta 3: FVH de maíz 25%, ensilaje de maíz 10%, heno de coquia 65%. Lopez *et al.*, (2009) encontraron que la inclusión de FVH en la dieta incrementó significativamente la ganancia de peso en las cabras ( $P < 0.05$ ) concluyendo que el FVH podría ayudar a elevar la condición nutricional del ganado.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **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 Coahuila México a una altitud de 1800 msnm, con coordenadas geográficas 25°20'50.32"LN y 101° 01' 50.03" LO. Temperatura media anual de 19.8°C.

#### **Diseño de Tratamientos.**

Se utilizaron 15 cabras de la raza Murciano-Granadina al pico de la lactancia, agrupadas en 3 Tratamientos (n=5). Para el acomodo de los Tratamientos se usó como parámetro de distribución el peso, equilibrando el peso total entre tratamientos.

## Tiempo.

El periodo de adaptación al FVH fue de 12 días y el periodo experimental fue de 65 días comprendiendo del 12 de diciembre de 2012 al 14 de Febrero de 2013.

## Alimentación por Tratamiento.

Las dietas de los animales estaban compuestas por los siguientes alimentos en diferentes proporciones: heno de alfalfa, triticale hidropónico y concentrado Apileche®. En el cuadro 5 se muestran los porcentajes de los diferentes alimentos utilizados en las dietas de los tratamientos.

**Cuadro 5.** Composición (%) de las dietas o tratamientos con los ingredientes tal y como se ofrecieron.

Alimentación	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Heno de Alfalfa	70%	50%	30%
Triticale Hidropónico	0%	20%	40%
Concentrado Apileche®	30%	30%	30%

Para el T1 se ofrecía en la mañana (08:00 h) el total del heno de alfalfa, mientras que para el T2 y T3, lo primero que se ofrecía era el FVH, dándose un lapso de una hora y media para que los consumieran. Tras consumir el FVH se ofrecía al T2 y T3 su respectiva porción de alfalfa. En la tarde (14:00 h) se ofrecía a todas las chivas el concentrado, distribuido en dos charolas de 3m \* 50 cm.

## **Muestreos.**

Los muestreos de peso corporal de cabras, cabritos, producción y consumo de leche se llevaron a cabo cada 14 días, con excepción del último cuya separación fue de una semana.

La noche anterior al muestreo se separaba a las crías de las cabras. Solo en la mañana se pesaban las crías (Peso 1) y luego se amarraban a las chivas para dejar que las crías mamaran durante un lapso de media hora. Al terminar este tiempo, se tomaban a las crías y se volvían a pesar (Peso 2). De la diferencia entre ambos pesos (Peso 2 - Peso 1), se obtenía los datos de consumo (individual de cada cabrito) y producción de leche (aumento de peso de la /o 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.
- Grasa.- a través de la prueba de Gerber.
- Proteína.- por medio de la prueba de Walker.

También se pesaron a las Cabras para analizar sus varianzas en peso. Los pesajes se llevaron a cabo en las mismas fechas que los muestres para calidad de leche.

## **Producción de Triticale Hidropónico.**

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

### **Estructura.**

Se usaron cinco racks de fierro de medidas 2m x 1m. Se alinearon en el túnel y se colocaron dos mangueras de riego de 17mm. En cada línea de riego se colocaron 30 microaspersores (6 por línea/rack). La línea de riego estaba conectada a una línea directa de la bomba de ½ HP la cual se alimentaba de un tinaco de 1,100 lts.

### **Riego.**

Los riegos eran 6 durante el día; a las 9 am, 11 am, 12, 13, 14 y 16 pm; con una duración de 1 minuto por riego. Durante este tiempo cada aspersor irrigaba alrededor de 800 ml de agua.

### **Siembra.**

Para a siembra se tomaban 8 kg de Triticale y se ponían a remojar a las 7 pm en una tina, se llenaba de agua y se esterilizaban con 10 ml de cloro; 12 horas después, se vaciaba el agua y se extendía la semilla en una lona durante dos horas, para ser colocada en las charolas (2 kg de semilla seca por charola) y recibir el primer riego.

## **Cosecha.**

12 días después se sacaban las charolas con el FVH desarrollado y se ofrecía a las chivas en forma completa conforme su respectiva ración.

## **Diseño Experimental.**

Los datos fueron analizados con un diseño Completamente al Azar en el programa SAS (2002) 9.1 para Windows, las variables respuesta fueron: producción de leche, calidad de la leche (grasa, proteína, acidez), peso de las cabras, peso de los cabritos y los efectos principales fueron el nivel de FVH en las raciones y tiempos de muestreo.

## IV. RESULTADOS

### Producción de Leche.

En el análisis estadístico para la variable de producción de leche, no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. En el cuadro 6, se muestra las medias corregidas de los Tratamientos.

**Cuadro 6.** Producción de Leche (g) de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale (*X. Triticosecale* Witt.) durante el pico de la lactancia en corral.

Tratamiento	MMC*	EEM**	n	P***
1	387.2	50.05	25	0.3105
2	460.8	50.05	25	0.3105
3	354.0	50.50	25	0.3105

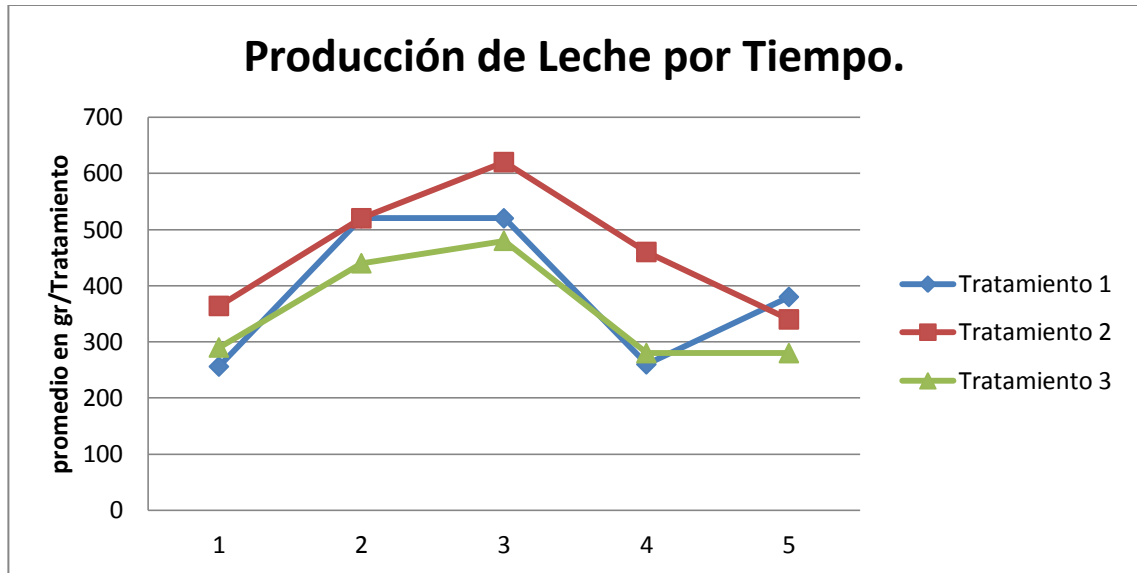
\*Media de mínimos cuadrados; \*\*Error estándar de la media; \*\*\*Probabilidad estadística  $\geq 0.05$  no estadísticamente diferente

En la Figura 1 Se muestra la producción de leche obtenida en cada tratamiento a lo largo de los 65 días del experimento. En el eje Y, se muestra el promedio de gramos producidos por cada Tratamiento; mientras que el eje X muestra los diferentes Muestreos.

Las cabras presentaron el pico de la lactancia entre el día 54 y el día 62. Lo cual discrepa de los datos obtenidos por León *et al.*, (2007), en el que cabras



Murciano-Granadinas de tercer parto, presentan el pico de lactancia a los 47 días.



**Figura 1.** Producción de Leche (g) de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale (*X. Triticosecale* Witt.) a lo largo del periodo experimental.

### Calidad de Leche.

#### Acidez.

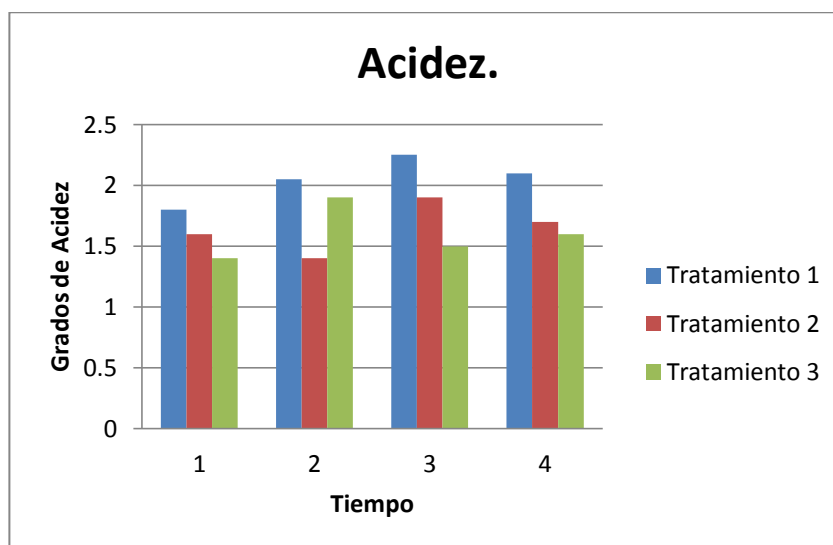
Para la Calidad de la Leche, en cuanto a los resultados de Acidez, el análisis estadístico probó que existen diferencias significativas ( $P < 0.0001$ ) para la variable de Tratamiento, Tiempo y la interacción entre ambos. Como se muestra en el Cuadro 7, la acidez de la leche disminuyó con la inclusión del Triticale Hidropónico.

**Cuadro 7.** Acidez (grados Dornic al 10%) de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale (*X. Triticosecale* Witt.) durante el pico de la lactancia en corral.

Tratamiento	MMC*	EEM**	n	P***
1	2.05 a	0.017677	8	<0.0001
2	1.65 b	0.017677	8	<0.0001
3	1.60 b	0.017677	8	<0.0001

\*Media de mínimos cuadrados; \*\*Error estándar de la media; \*\*\*Probabilidad estadística <0.05 estadísticamente diferente.

En la Figura 2, se muestran los grados de acidez de los tres tratamientos a lo largo del tiempo experimental. A excepción del segundo Tiempo, el T3 siempre mostró el nivel de acidez más bajo. Mientras que el T1 siempre obtuvo el nivel más alto de acidez.



**Figura 2.** Comparación gráfica de la Acidez durante el tiempo experimental entre Tratamientos de cabras Murciano Granadinas alimentadas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale (*X. Triticosecale* Witt.).

**Cuadro 8.** Acidez por Tiempo (grados Dornic 10%) de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale (*X. Triticosecale* Witt.).

Tiempo	MMC*	EEM**	n	P***
1	1.60 c	0.0204	6	<0.0001
2	1.78 b	0.0204	6	<0.0001
3	1.88 a	0.0204	6	<0.0001
4	1.80 ab	0.0204	6	<0.0001

\*Media de mínimos cuadrados; \*\*Error estándar de la media; \*\*\*Probabilidad estadística <0.05 estadísticamente diferente.

En el Cuadro 8, podemos apreciar que los primeros dos Tiempos tienen un menor grado de acidez. Ambos muestreos fueron tomados antes del pico de la lactancia, lo que demuestra que la leche posee menor grado de acidez en la primera fase de la misma.

En la interacción de Tratamiento por Tiempo, podemos apreciar dos tendencias; la primera es que conforme avanza el periodo de lactancia, aumentan los grados de acidez en los tratamientos, la segunda es que a medida que se incrementa el porcentaje de triticale hidropónico en la dieta, se disminuyen los grados acidez en la leche.

### **Proteína.**

El Tratamiento testigo (T1) fue el que obtuvo el mayor porcentaje de proteína en leche, sin embargo el análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre Tratamientos ( $P>0.05$ ). Las medias se muestran en el Cuadro 9.

**Cuadro 9.** % de Proteína de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale (*X. Triticosecale* Witt.) durante el pico de la lactancia en corral.

Tratamiento	MMC*	EEM**	n	P***
1	4.625	0.2184	8	0.0886
2	8.875	0.2184	8	0.0886
3	4.325	0.2184	8	0.0886

\*Media de mínimos cuadrados; \*\*Error estándar de la media; \*\*\*Probabilidad estadística  $\geq 0.05$  no estadísticamente diferente.

En cuanto a los porcentajes de proteína, los resultados de las cabras de este experimento, resultaron ser superiores a los valores reportados (3% (Vega *et al.*, 2005)).

### **Grasa.**

En cuanto a la variable de grasa, el Tratamiento 3 fue el que obtuvo un mayor porcentaje de grasa, aunque tampoco se encontraron diferencias significativas entre Tratamientos ( $P > 0.05$ ). Cabe recalcar el alto contenido de grasa de los tres Tratamientos, pues en la literatura se maneja que la leche de cabra de la raza Murciano-Granadina tiene un porcentaje de grasa de hasta 6% (Durán 2007), inferior al porcentaje que se obtuvo de nuestras cabras el cuál se muestra en el Cuadro 10.

**Cuadro 10.** % de Grasa de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale (*X. Triticosecale* Witt.) durante el pico de la lactancia en corral.

Tratamiento	MMC*	EEM**	n	P***
1	6.821	0.3109	8	0.8566
2	6.750	0.3109	8	0.8566
3	6.987	0.3109	8	0.8566

\*Media de mínimos cuadrados; \*\*Error estándar de la media; \*\*\*Probabilidad estadística  $\geq 0.05$  no estadísticamente diferente.

## **Pesos en los Tratamientos.**

### **Pesos de las Cabras.**

También se analizó el posible efecto del Triticale Hidropónico sobre los pesos de las cabras, no encontrándose diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ ). Las medias de los pesos se presentan en el Cuadro 11, expresadas en kg.

**Cuadro 11.** Pesos de cabras (kg) Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale (*X. Triticosecale* Witt.) durante el pico de la lactancia en corral.

Tratamiento	MMC*	EEM**	n	P***
1	37.14	1.7551	15	0.3178
2	33.41	1.7551	15	0.3178
3	34.63	1.7551	15	0.3178

\*Media de mínimos cuadrados; \*\*Error estándar de la media; \*\*\*Probabilidad estadística  $\geq 0.05$  no estadísticamente diferente.

Además de no existir significancia entre tratamientos, los promedios de peso de las cabras se mantuvieron en la misma posición, pues en los pesos al parir el T1 obtuvo un promedio de 40.625 kg, el T2 de 34.9 kg y el T3 de 35.2 kg.

### **Pesos de las Crías.**

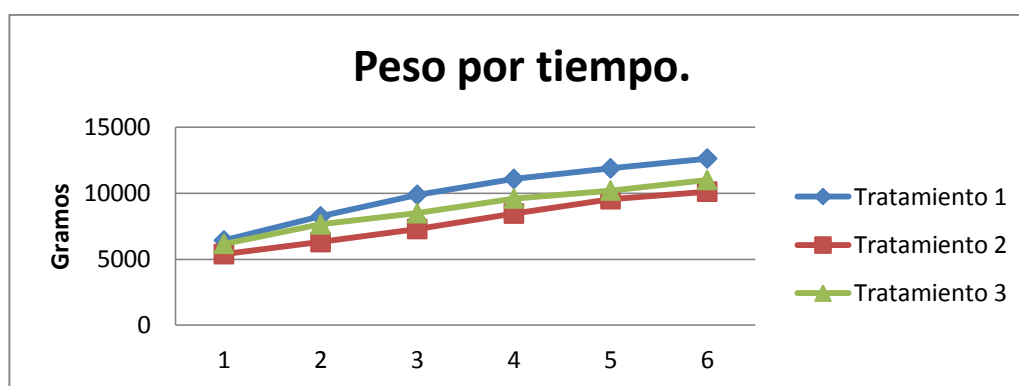
En el análisis de los pesos de las crías se encontró diferencias significativas entre tratamientos ( $P<0.001$ ). Como se muestra en el Cuadro 12, el T1 fue el que obtuvo un mejor peso (kg), seguido del T3 y por último el T2.

**Cuadro 12.** Peso de cabritos (kg) Murciano Granadinos amamantados bajo tres niveles de forraje hidropónico de triticale (*X. Triticosecale* Witt.) en corral.

Tratamiento	MMC*	EEM**	n	P***
1	10.030 a	0.4312	30	<0.001
2	7.847 b	0.3644	42	<0.001
3	8.847 ab	0.3936	36	<0.001

\*Media de mínimos cuadrados; \*\*Error estándar de la media; \*\*\*Probabilidad estadística <0.05 estadísticamente diferente.

En la Figura 3, se muestra el promedio de incremento de pesos por tratamientos durante el periodo experimental



**Figura 3.** Incrementos de peso por tiempo de crías de cabras Murciano Granadinas con tres niveles de forraje hidropónico de triticale (*X. Triticosecale* Witt.).

Como podemos observar en la Figura 3, los lugares en peso al inicio, durante y al final del periodo experimental fue el mismo, esto quiere decir que el T1, que empezó siendo el más pesado, terminó siendo el que obtuvo mayor incremento de peso.

## V. DISCUSIÓN

La producción de leche no mostró mejoras significativas; estos datos obtenidos concuerdan con lo reportado por Marisco *et al.*, (2009), quienes reportan que la producción en cabras lecheras alimentadas con avena hidropónica, no mostró diferencias significativas entre tratamientos, lo cual se lo atribuyen a la selectividad de las cabras en su alimentación, mencionando que prefieren el forraje de leguminosas que el de gramíneas. En nuestro experimento no se observó rechazo por parte de las cabras hacia el triticale hidropónico por lo que no se puede tomar como una justificación. Un estudio paralelo al de Marscio *et al.*, (2009) es el de Micera *et al.*, (2009) quienes en el mismo experimento, aunque con ovejas, reportan diferencias significativas en la producción de leche, concluyendo que la inclusión de avena hidropónica en la dieta de las ovejas, mejora la producción de leche. Así también lo reporta García *et al.*, (2013) quienes obtuvieron mejoras en la producción de leche para cabras alimentadas con maíz hidropónico en un 30% de la ración, comparadas con porcentajes de 0% y 15% de FVH en una dieta a base de alfalfa y vaina de mezquite. Al igual que Marsico *et al.*, (2009), García *et al.*, (2013) le atribuyen sus resultados a la selectividad de la alimentación por parte de la cabra, mencionando que al tener más opciones de forraje la cabra tiene un mejor consumo de alimento que cuando sólo se le ofrece heno; aunque en este caso en particular, la selectividad de la cabra fue favorable para las dietas con FVH.

Al hacer una regresión lineal sobre nuestros datos de producción, se encontró que el nivel óptimo de inclusión de triticale hidropónico es del 19.2%.

En el parámetro de acidez, el T2 (20% FVH) y el T3 (40% FVH), demostraron que la inclusión de triticale hidropónico ayuda a bajar la acidez en la leche. Carballido, (2005), menciona que se ha encontrado que la alimentación de ganado lechero con forraje hidropónico tiende a disminuir la incidencia de mastitis. Por lo tanto la leche que es resultado de la alimentación con FVH, tiene un menor contenido de células somáticas y bacterianas, lo que incrementa la calidad de la leche. Cabe recalcar el bajo grado de acidez de los tratamientos con inclusión de FVH, pues también muestran un alto porcentaje de proteína: T2 3.87% y T3 4.32%, aumentando así su calidad de la leche. Salvador *et al.*, (2006) concluyeron que la acidez titulable tiene una correlación positiva con la proteína. A pesar del alto porcentaje de proteína en nuestra leche, esta no afecta los grados de la acidez en los tratamientos con triticale hidropónico. Este resultado en cuanto al entendimiento de la calidad de la leche es favorable, no así en cuanto a la utilización de la leche para la producción de quesos, proceso que requiere de la acidez láctea.

El porcentaje de proteína no mostró diferencias estadísticas entre tratamientos, sin embargo los datos obtenidos son superiores a otros reportados. En un experimento en el que se sometieron a 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 porcentajes de proteína de 3.58, 3.54 y 3.68 respectivamente, mientras que el porcentaje más bajo de proteína para nuestras cabras fue el del T2 con un 3.87% alcanzando el T1 hasta 4.62%. Silanikove *et al.*, (2010) mencionan que el porcentaje de proteína en leche no suele cambiar con la alimentación de las cabras.

La grasa tampoco mostró diferencias estadísticas entre tratamientos aunque mostró un porcentaje mayor al reportado. Sin embargo García *et al.*, (2013), reportan una mejora en la producción de grasa en cabras alimentadas con un 15% de maíz hidropónico. Así también Granillo, (2012) reporta que a medida



que aumenta el porcentaje de triticale hidropónico en las dietas de cabras lecheras (15, 30 y 45%), aumenta la cantidad de grasa producida.

El peso de las cabras durante el periodo experimental no se vio afectado por la inclusión de FVH. No existieron diferencias a tal grado que el tratamiento que empezó el experimento siendo el más pesado terminó en la misma posición, al igual que el tratamiento más ligero que empezó y finalizó con el peso más bajo. Sin embargo Garcieras, (2011) reporta que a medida que se incrementa la inclusión de triticale hidropónico (15, 30 y 45%) en la dieta de cabras Saanen y Alpinas, disminuían las ganancias diarias de peso. Al contrario, Lopez *et al.*, (2009) encontraron que la inclusión de FVH en la dieta de cabras de la raza Nubia, incrementó significativamente la ganancia de peso en las cabras, concluyendo que el FVH podría ayudar a elevar la condición nutricional del ganado.

En lo que se refiere al peso de las crías, el tratamiento testigo, finalizó siendo el más pesado, sin embargo esto se lo podemos atribuir que era el tratamiento con menos crías (5), mientras que el T2, que era el que tenía mayor cantidad de cabritos (7), fue el tratamiento con menor promedio de peso durante el experimento.

## **VI. CONCLUSIONES**

Alimentar a cabras lecheras Murciano Granadinas con Heno de Alfalfa o Triticale Hidropónico en niveles de 20 y 40% no representa diferencias en cuanto a los parámetros de producción y calidad en la leche, a excepción del parámetro de acidez. El triticale hidropónico probó reducir los grados de acidez mejorando la calidad de la leche. El triticale hidropónico no afecta el peso de las cabras en lactancia pero no representa una mejora en la ganancia de peso de las crías. La producción de triticale hidropónico es rentable durante cuatro años y medio en los que su producción es más barata que la compra de heno de alfalfa.

## VII. LITERATURA CITADA

- Ah-Leung S., Bernard H., Bidat E, Paty E., Rance F., Scheinmann P. 2006. Allergy to goat and sheep milk without allergy to cow's milk Allergy. pp. 1358–1365.
- Almaas H., Cases A.L., Devold T.G., Holm H., Langsrud T., Aabakken L., Aadnoey T., Vegarud G.E. 2006. In vitro digestion of bovine and caprine milk by human gastric and duodenal enzymes. International Dairy Journal. 16(9). pp. 961–968.
- Almanza G.J.R. 1984. Producción intensiva de forraje por medio de sistemas hidropónicos en cámara de crecimiento. UAAAN. Tesis de Licenciatura. pp. 9-17.
- Bassu S. S., Asseng R. R. 2011. Yield benefits of triticale traits for wheat under current and future climates. Field Crops Research. 124 pp. 14–24.
- Beever D.E., Coelho D.A., Silva J.F., Pescatt J.D., Armstrong D.E. 1972. The effect in sheep of physical form and stage of growth n the sites of digestion of a dried grass. Brititish Journal of Nutrition 28. pp. 347.
- Belanger J.1987. Cría Moderna de las Cabras Lecheras C.E.C.S.A. pp. 7-10, 27.

- Bellioni-Businco B., Paganelli R., Lucenti P., Giampietro P.G., Perborn H., Businco L. 1999. Allergenicity of goat's milk in children with cow's milk allergy J. Allergy Clinical Immunology pp. 1191–1194.
- Bevilacqua C., Martin P., Candalh C., Fauquant J., Piot M., Roucayrol A.M., Pilla F., Heyman M. 2001. Goats' milk of defective alpha (s1)-casein genotype decreases intestinal and systemic sensitization to beta-lactoglobulin in guinea pigs. J. Dairy Res., 68. pp. 217–227.
- Blanco Ma.del R. 1999. El alimento y los procesos digestivos en el rumen. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Candelas P.R. 1988. Evaluación de líneas forrajera de Triticale (*X. Triticosecale Wittmack*) de hábito primaveral en dos ambientes del norte de México. UAAAN. Tesis de Licenciatura. pp. 3-14.
- Carballido C. C. 2005. Forraje verde hidropónico. Artículos silvoagropecuarios. Perú.
- Church D.C., Pond W.G., Pond K.R. 2007. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Editorial Limosa. pp. 436-439, 614.
- CIMMYT. Publicación del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México D.F.
- Clark S., Sherbon J.W. 2000. Genetic variants of alpha (s1)-CN in goat milk: breed distribution and associations with milk composition and coagulation properties. Small Ruminant Research, 38, pp. 135–143.
- Covarrubias L.M.A., Peralta C.A. 1989. Hidropónicos en la nutrición animal. Curso sobre Avances en Nutrición Animal. Bogotá, Colombia.

- Crop Science Society of America. 1985. Triticale. Special Publication Number 9. pp. 33, 34, 36.
- Dehority B.A.1973. Hemicellulose degradation by rumen bacteria. Federation Proceedings. 32 pp.1819.
- Durán R.F. 2007. Manual de explotación y reproducción en caprinos. Grupo Latino Editoriales. 1era Ed. pp. 254, 275, 392-457. Elizondo S.J.A. 2008. Requerimientos nutricionales de cabras lecheras I. Energía Metabolizable 1. Agronomía Mesoamericana 19(1) pp. 115-122.
- Drewnowski A., Fulgoni V. 2008. Nutrient profiling of foods: creating a nutrient-rich food index. Nutr. Rev. 66 pp. 23–39
- Durany C.J. 1977. Hidroponía. Cultivo de plantas sin tierra. Editorial Sintet, S.A. Barcelona, España.
- Elizondo S.J.A. 2008. Requerimientos nutricionales de cabras lecheras II. Proteína Metabolizable 1. Agronomía Mesoamericana 19(1) pp. 123-130.
- Espinoza G.E. 2007. Producción de forraje verde hidropónico en cereales de invierno como alternativa de alimentación ganadera. UAAAN. Tesis de Licenciatura. pp. 21-23.
- Espinoza J.L., Palacios A., Ávila N., Guillén A., De Luna R., Ortega R., Murillo B. 2007. La ganadería orgánica, una alternativa de desarrollo pecuario para algunas regiones de México: una revisión. Inter Ciencia. 32 pp. 385-390.

- FAO. Manual técnico forraje verde hidropónico. 2001. Santiago, Chile.
- Flores C.M.A., Pérez L.R., Barsuto S.M., Jurado G. Ma. del R. 2009. La leche de cabra y su importancia en la nutrición. *Tecno Ciencia* 3(2).pp. 112.
- Ford A.M., Austin R.B., Gregory R.S., Morgan C.L.1984. A comparison of the grain and biomass yields of winter wheat, rye and triticale. *Journal of Agriculture and Science*. 103 pp. 395–403.
- Gamboa S., Nebrada I.M., Pichard G., P.C. 1980. Agon. Abst. Annu. Meet. American Society of Agronomy. 72. pp. 124.
- García A.J.C. 2004. Evaluación de forraje verde hidropónico en tres especies forrajeras (Cebada, Trigo y Triticale) bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Tesis de Licenciatura. pp. 25-26.
- García C.M., Salas P.L., Esparza R.J.R., Preciado R.P., Romero P.J. 2013. Producción y calidad fisicoquímica de leche en cabras suplementadas con forraje verde hidropónico de maíz. *Agronomía Mesoamericana*. 24(1) pp.169-176.
- Garcieras B.F. 2011. Cambios de peso de cabras alimentadas con forraje verde hidropónico de Triticale (*X Triticosecale Wittm.*) al final de la lactancia. UAAAN. Tesis de Licenciatura. pp. 28-35.

- Giunta F., Motzo R. 2005. Grain yield, dry matter, and nitrogen accumulation in the grains of durum wheat and spring triticale cultivars grown in a Mediterranean environment. *Australian Journal of Agriculture and Research*. 56 pp. 25–32.
- Granillo H.J.L. 2012 Sustitución de alfalfa (*Medicago sativa*) por forraje verde hidropónico (FVH) de Triticale (*X Triticosecale W.*) en la calidad de la leche de cabra. UAAAN. Tesis de Licenciatura. pp. 25-31.
- Guevara R., Ruiz R., Guevara G., Curbelo L., Parra C., Canino E. 2002. Análisis integrado de los factores del suelo, la planta y el animal en pastoreo racional intensivo. *Pastor Y Forrajes*. Cuba. 25(2) pp. 107-114.
- Haenlein G.F.W. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* 51. pp. 155-163.
- Herrera C. 1995. Manual de laboratorio de química de alimentos. Ed. Escuela de Química, Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. pp. 100.
- Hidalgo M.L.R. 1985. Producción de forraje en condiciones de hidroponía I. Evaluaciones preliminares en Avena y Triticale. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción. Sede Chillán, Chile.
- Jasińska B. 1995. The comparison of pepsin and trypsin action on goat, cow, mare and human caseins. *Rocz Akad Med. Bialymst.* 40 pp. 486–493.

- Jahn B.E., Vidal V.A., Bonilla E.W., Mellado Z.M., Pulido F.R. 1989. Evaluación de Triticale en raciones de rumiantes. *Agricultura Técnica Chile*. 49(3) pp. 216-219.
- Jurado J.J. y Castillo J. 2007. Programa de selección genética de la raza caprina Murciana-Granadina. Departamento de Mejora Genética Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA). España.
- Leng R.A. 1973. Salient features of the digestión of pastures by ruminants and other herbivores in "Chemistry and Biochemistry of Herbage". Academic Press. 3. pp. 82-125.
- León J.M., Quiroz J., Pleguezuelos J., Martínez E., Delgado J.V. 2007. Curva de lactación para el número de lactación en cabras Murciano-Granadinas. *Arch. Zootec*. 56 (1) pp. 641-646.
- López A., Murillo A., Rodriguez Q.B. 2009. El forraje verde hidropónico (FVH): una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Inter Ciencia* 2(34) pp. 121-126.
- Marsico G., Micera E., Dimatteo S., Minuti F., Vicenti A., Zarilli A. 2009. Evaluation of animal welfare and milk production of goat fed on diet containing hydroponically germinating seeds. *Journal of Animal Science* 8(2) pp. 625-627.



- Martinez A. A., Bastidas M., Lizárraga I., Gutiérrez M.J., Álvarez R.L. 2006. El uso de cornadizas de autobloqueo en los comederos disminuye el desperdicio de alimento en cabras lecheras. Memorias de la XXI reunión Nacional de Caprinocultura. Toluca, Edo. De México.
- Martin P., Szymanowska M., Zwierzchowski L., Leroux C. 2002. The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. *Reproduction Nutrition Development*. 42(5) pp. 433–459.
- Matinek P., Vinterová M., Buresova I., Vyhnánek T. 2008. Agronomic and quality characteristics of triticale (*X Triticosecale Wittmack*) with HMW glutenin subunits 5+10. *Journal of Cereal Science*. 47(1) pp. 68-78.
- Maynard L.A. y Loosli J.K. 1969. *Animal Nutrition*. 6th Edition, McGraw-Hill. pp. 524, 555.
- Mena C.M., Bertot V.J.A., Avilés B.R., Guevara V.R., Guevara V.G., Vázquez M. de O.R. 2007. Estacionalidad en la producción de leche en un rebaño bovino. *Revista de Producción Animal*. 19(1) pp. 9-12.
- McDowell L.R. 1983. *Minerals for Grazing Ruminants in Tropical Regions*. Animal Science Department. Center for Tropical Agriculture, University of Florida, Gainesville.
- Micera E., Ragni M., Minuti F., Rubino G., Marsico G., Zarilli A. 2009. Improvement of sheep welfare and milk production fed on diet containing hydroponically germinating seeds. *Journal of Animal Science* 8(2) pp. 634-636.

Morales O.A.F. 1987. Forraje hidropónico y su utilización en la alimentación de corderos precozmente destetados. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción. Sede Chillán, Chile.

Moreno M.J., Pacheco O. L.H., Abril D. J.de J. 1999. La cabra lechera: alternativa productiva por aprovechar. Editorial Corpoica-Sena, Málaga, Colombia.

Negril L.M. 2005. Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2º ed., INTA.

Ñíguez C.M.E. 1988. Producción de forraje en condiciones de hidroponía. II. Selección de especies y evaluación de Cebada y Trigo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción. Sede Chillán, Chile.

Pérez L.N. 1987. Efecto de la sustitución del concentrado por forraje obtenido en condiciones de hidroponía en una crianza artificial de terneros. Facultad de ciencias agropecuarias y forestales. Universidad de Concepción. Chile.

Pinto C.M., Carrasco R.E., Fraser L.B., Letelier H.A., Dorner P.W. 1998. Composición química de la leche cruda y sus variaciones a nivel de silos en plantas lecheras de la VIII, IX, y X Regiones de Chile. Parte I. Macrocomponentes.

Prado H.A.F. 1995 Utilización de Triticale (*X Triticosecale Wittmack*) en la alimentación de cabras.I.- Substitución del Grano de Sorgo en Crías Destetadas. UAAAN. Tesis de Licenciatura. pp. 23-27.

Quiles A., Hevia M.L. 2001. Propiedades físicas de la leche de cabra. Ganadería, Colaboraciones Técnicas. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. pp. 53-55.

Resendiz G.J.L. 1987. Comportamiento de Triticale (*X Triticosecale WWittmack*) completos y substituidos en dos ambientes del norte de México. UAAAN. Tesis de Licenciatura. pp. 8-19.

Ríos Q.C. 1996. Utilización de Triticale (*X. Triticosecale Wittmack*) en la alimentación de cabras. III. Evaluación agronómica con Rye Grass y su mezcla y en corral como heno con cabras encastadas jóvenes y adultas. UAAAN. Tesis de Maestría. pp. 23, 27, 28,40-43.

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

Rodríguez S. 2000. Hidroponía. Una solución de producción en Chihuahua, México. Boletín Informativo de la Red de Hidroponía. N°9. Lima, Perú.

Romero J. 2004. Programa de investigación e innovación tecnológica de la cadena alimentaria de carne y leche de caprinos. INIFAP.

Rutherford S.M., Moughan P.J., Lowry D., Prosser C.G. 2008. Amino acid composition determined using multiple hydrolysis times for three goat milk formulations. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 59. pp. 679–690.

Sabbah A., Hassoun S., Drouet M. 1997. L'allergie au lait de vache et sa substitution par le lait de chevre. In: *Proceedings of the Colloque Interets Nutritionnel et Dietetique du Lait de Chevre*. (The allergy to cow's milk and it's substitution for goat's milk) 81. Inst. Nat. Rech. Agron. Publ., Paris, France, pp. 111–118.

Salvador A., Martinez G., Alvarado C., Hahn M. 2006. *Zootecnia Tropical*. 24(3) pp. 307-320.

Santini, F. J. 1994. *Fisiología de la digestión ruminal .Aspectos conceptuales e implicancias practicas*. Nutrición animal en rumiantes. INTA. Balcarce.

SAS (Statistical Analysis System). 2002 (SAS Institute Inc.). *User's Guide Statistics Version 9.1.for Windows*. SAS Inc. Cary, NC. USA.

Sepúlveda R. 1994. *Notas sobre producción de forraje hidropónico*. Santiago, Chile.

Silanikove N., Leitner G., Merin U., Prosser C.G. 2010. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Research* 89 (2-3) pp. 110-124.

- Shingfield K.J, Chilliard Y., Toivonen V., Kairenius P., Givens D.I. 2008. Trans fatty acids and bioactive lipids in ruminant milk. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 606. pp. 3-6.
- Solís R. J., Castro R.A. 2007. La leche de cabra en la nutrición y en la terapéutica. *Universidad de Chapingo* 1 No. 4 pp. 22-47.
- Thomas D. y G. Haenlein. 2004. Panoram of the goat and sheep dairy sectors in North America, en: *The future of the sheep and goat dairy sectors*. International Dairy Federation, Zaragoza, España. pp. 28 –30.
- Valdivia E. 1997. Producción de forraje verde hidropónico. Conferencia internacional en hidroponía comercial del 6 al 8 de Agosto de 1997. UNA la Molina, Perú.
- Vega S., Gutiérrez T.R., Díaz G.G., González L.M., Ramírez A.A., Salas M.J., Coronado H.M., González C.C. 2005. Leche de cabra: producción, composición y aptitud industrial. Alfa editores técnicos. pp.1-10.
- Vera G.J. 1998. Sistema de la Glándula Mamaria en Cabras Lecheras. *Biblioteca FMVZ UANL*. pp. 2-6.
- Zillinsky F.J. 1974. *Advances in Agronomy*. 26. pp. 315-348.

## VIII. APÉNDICE

**Cuadro 13. Bromatológico de los alimentos empleados en base a Materia Seca.**

Porcentaje %	Heno de Alfalfa	Triticale Hidropónico	Concentrado Apileche®
Humedad	11.25	79.2	12
Materia Seca	88.75	20.8	88
Cenizas	13.36	2.68	6.64
Proteína Cruda	19.49	18.89	16.32
Fibra Cruda	23.65	12.39	5.96
E.E.	1.16	2.79	4.69
E.L.N.	42.34	63.25	66.39
FDN	39.47	59.62	49.63
FDA	27.96	17.86	10.48
Lignina	7.89	4.98	2.25
Celulosa	20.53	11.42	6.98
Hemicelulosa	11.51	41.76	39.15