

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL



Sustitución de alfalfa (*Medicago sativa*) por forraje verde hidropónico (FVH) de Triticale (*X Triticosecale W.*) en la calidad de la leche de cabra

POR:

José Luis Granillo Hernández

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:
Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Enero 2012

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL

Sustitución de alfalfa (*Medicago sativa*) por forraje verde hidropónico (FVH) de Triticale (*X Triticosecale W.*) en la calidad de la leche de cabra

TESIS

POR:

José Luis Granillo Hernández

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador

Como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

APROBADA POR:



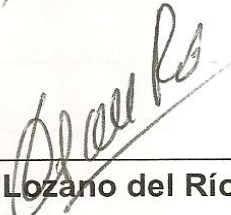
Dr. Fernando Ruiz Zarate
Asesor Principal



Dr. Marco Antonio Arellano García
Coasesor



Dr. Roberto García Elizondo
Coasesor



Dr. Javier Lozano del Río
Coasesor



Dr. Ramiro López Trujillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal



ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIAS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
Objetivo general.....	3
Objetivo específico	3
III. HIPÓTESIS.....	4
IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
Generalidades de la cabra.....	5
Clasificación taxonómica de la cabra.....	5
Alimentación de la cabra	6
Consumo de materia seca (MS)	6
Forrajes o alimentos toscos.....	7
Alimentos concentrados	8
Minerales y vitaminas	8
Agua	9
Forraje Verde Hidropónico (FVH)	9
Ventajas y desventajas del forraje verde hidropónico (FVH)	10
Ventajas	10

Desventajas.....	11
Alimentación animal con FVH	11
Método de producción de FVH.....	12
Selección de las especies de granos utilizados para FVH	12
Selección de la semilla	12
Lavado de la semilla	12
Remojo y germinación de las semillas.....	13
Densidad de siembra	13
Riego de las bandejas	13
Cosecha y rendimientos	13
Instalaciones	14
Características nutricionales del FVH	14
Triticale (<i>X. Triticosecale W.</i>).....	16
Usos del Triticale	16
Características físicas y químicas de la leche de cabra.....	16
Acidez.....	16
Proteína.....	17
Grasa.....	19
Densidad.....	20
Resultados de algunas investigaciones que han analizado las propiedades físicas y químicas de la leche de cabra.....	21
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
Localización geográfica	23
Tratamientos	23
Variables	24

Análisis estadístico.....	24
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
Acidez.....	25
Proteína.....	27
Grasa.....	28
Densidad.....	30
VII. CONCLUSIONES.....	32
VIII. LITERATURA CITADA.....	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pagina
4.1. Clasificación taxonómica de la cabra-----	6
4.2. Cálculo del consumo voluntario de MS en cabras-----	6
4.3. Contenido nutricional por cada kg de FVH-----	15
4.4. Fracciones de caseínas en leche de cabra y de vaca-----	18
4.5. Proporción de ácidos grasos en la leche-----	20
4.6. Comparación de algunos parámetros importantes en la calidad de la leche de cabra-----	21
4.7. Media de las características físico-químicas de la leche de cabra (14 a 18 semanas de lactancia)-----	22
4.8. Características físico-químicas de la leche de cabras Alpino Francesa y Saanen-----	22
5.1. Distribución física de tratamientos para la evaluación del Forraje Verde Hidropónico (FVH) de Triticale en cabras Saanen y Alpino Francesa-----	23
5.2. Composición de la dieta en materia verde (MV)-----	24
5.3. Composición de las dietas en MS/Animal/Día-----	24
6.1. Medias y error estándar de la media (\pm) de la acidez, proteína, grasa y densidad de leche de cabras Saanen y Alpino Francesa alimentadas con forraje verde hidropónico (FVH) en sustitución parcial del heno de alfalfa en corral al final de la lactancia-----	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pagina
6.1.	Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.012\%$) de la acidez en leche producto de cabras con diferentes niveles de FVH en sustitución parcial de heno de alfalfa en corral al final de la lactancia -----	26
6.2.	Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.008\%$) de la acidez en leche de cabras Saanen y Alpino Francesas, alimentadas con FVH en sustitución parcial del heno de alfalfa -----	26
6.3.	Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.157\%$) de proteína en leche producto de cabras con diferentes niveles de FVH en sustitución parcial de heno de alfalfa en corral al final de la lactancia -----	27
6.4.	Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.111\%$) de proteína en leche de cabras Saanen y Alpino Francesas, alimentadas con FVH en sustitución parcial del heno de alfalfa -----	28
6.5.	Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.110\%$) de grasa en leche producto de cabras con diferentes niveles de FVH en sustitución parcial de heno de alfalfa en corral al final de la lactancia -----	29
6.6.	Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.078\%$) de grasa en leche de cabras Saanen y Alpino Francesas, alimentadas con FVH en sustitución parcial del heno de alfalfa -----	29
6.7.	Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.005\text{ g/ml}$) de densidad en leche producto de cabras con diferentes niveles de FVH en sustitución parcial de heno de alfalfa en corral al final de la lactancia -----	30
6.8.	Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.004\text{ g/ml}$) de densidad en leche de cabras Saanen y Alpino Francesas, alimentadas con FVH en sustitución parcial del heno de alfalfa -----	31

AGRADECIMIENTOS

A mi UAAAN, gracias por ser mi casa durante más de 4 años, por darme las herramientas para competir en el mundo laboral, por darme educación, inculcarme valores y sobre todo, enseñarme respeto y hacerme un orgulloso buitre hijo tuyo.

Al Dr. Fernando Ruiz Zarate, asesor principal en este trabajo, por todo el tiempo y dedicación.

A los Drs. Marco Antonio Arellano, Roberto García y Javier Lozano, por aceptar ser parte en la revisión de este trabajo.

Al MVZ. José Alberto Dávila De León, por brindarme su confianza y facilidades en su establo lechero, muchísimas gracias.

Al MC. Oscar Reboloso, por su asesoría y facilidades durante el análisis químico de esta investigación.

Al encargado del laboratorio de Nutrición Animal Carlitos gracias por la asesoría.

A la encargada del laboratorio de lácteos "Chacha", muchísimas gracias por toda la asesoría y las facilidades brindadas.

A mis compañeros en este trabajo, Facundo y Elías, gracias por ser parte de este equipo.

A todos mis amigos que en determinado momento cooperaron con su ayuda y solidaridad en este trabajo, Chuy, Erico, Kennedy, Daniel, Juan, Nidia, Yadi, Sadi, Tigre, Sami, Poy, Karina y Deisy. Gracias por su ayuda, siempre podrán contar conmigo.

A una gran amiga Edelmira Gómez, gracias por colaborar en la revisión de este trabajo.

A mis compañeros de generación colegas **Ing. Agrónomos Zootecnistas** en especial a todos mis buenos amigos (ustedes saben quien son), gracias por todos los momentos que compartimos juntos, por las incontables parrandas, muchísimas gracias por ser parte de esta etapa de mi vida. Me pongo a sus órdenes y sepan que siempre pueden contar conmigo.

A todos mis amigos de las diferentes especialidades, niveles y egresados de la UAAAN, gracias por su amistad y ayuda (ustedes saben quien son).

A todos y cada uno de mis maestros muchísimas gracias por todo.

A mi novia Rosio Hernández gracias por tu apoyo moral y buenos deseos para este trabajo.

DEDICATORIAS

Este trabajo con el cual culmino mi preparación académica nivel licenciatura, lo dedico a la memoria del **Sr. Agustín Granillo Gómez** mi abuelo, con quien compartí los momentos más agradables en mi infancia, quien falleció cuando cursaba mi primer semestre en esta universidad.

También dedico este logro a los padres más maravillosos del mundo **Sra. Paula Hernández Fernández y Sr. Roberto Granillo Bautista**, gracias por todo su apoyo, tanto económico como moral, gracias por confiar en mi, gracias por inculcarme valores, los cuales fueron mi principal carta de presentación dentro de esta escuela y donde quiera que yo valla, este logro es por ustedes los quiero mucho.

A mis cinco hermanos, les dedico este trabajo, con el cual les agradezco por todo el apoyo moral y las incontables veces que me prestaron dinero. Quiero que sepan que siempre podrán contar conmigo y es para mí en gran honor que seamos hermanos.

RESUMEN

El estudio se realizó en Saltillo Coahuila al norte de México para evaluar: acidez, proteína, grasa y densidad en leche de cabras Saanen y Alpino francesas alimentadas con forraje verde hidropónico (FVH) de triticale (*X Triticosecale W.*) sustituyendo el 0, 15, 30 y 45 % el heno de alfalfa para los tratamientos 1, 2, 3, y 4 respectivamente en corral al final de la lactancia. Cada siete días durante un mes se tomaron muestras (100 ml) de leche para analizarlas en el laboratorio. No hubo diferencia significativa entre razas, tampoco entre tratamientos ($P > .05$) para: acidez con: 0.24, 0.24, 0.21 y 0.22%; proteína con: 4.38, 4.04, 3.86 y 4.05% y densidad con 1.045, 1.052, 1.054 y 1.045 g/ml para los tratamientos: 1, 2, 3 y 4 respectivamente. El porcentaje de grasa fue afectado ($P = .02$) por el nivel de FVH con valores de: 4.69, 4.89, 4.07 y 5.16 para los tratamientos: 1, 2, 3 y 4 respectivamente. El grupo racial no afectó las variables de la leche, el FVH no causó ningún efecto en la acidez, proteína y densidad en la leche de cabra. Sin embargo, la grasa fue afectada inversamente por el nivel de FVH sustituyendo parcialmente el heno de alfalfa en las dietas para cabras lecheras en corral al final de la lactancia.

PALABRAS CLAVE: Forraje, Verde, Hidropnico, Calidad, Leche, Cabras.

ABSTRACT

This study was done in Saltillo, Coahuila, northern México to evaluate: acidity, protein, fat and density in Saanen and French Alpine goat milk penned-fed with triticale (*X Triticosecale* W.) hydroponic green forage (HGF) substituting: 0, 15, 30 and 45% alfalfa hay in treatments: 1, 2, 3 and 4 respectively at the end of lactation. A weekly sampling (100 ml) of milk was taken in order to analyze the variables in the laboratory. There were no differences among breeds, neither among treatments ($P>.05$) for: acidity with: 0.24, 0.24, 0.21 and 0.22%; protein with: 4.38, 4.04, 3.86 and 4.05% and density with: 1.045, 1.052, 1.054 and 1.045 g/ml for treatments: 1, 2, 3 and 4 respectively. The breed did not affect the variables in milk, HGF did not affect acidity, protein and density in goat milk; however, the fat content was inversely affected by HGF levels partially substituting alfalfa hay in dairy goat penned-diets at the end of lactation.

I. INTRODUCCIÓN

La cabra probablemente fue de los primeros rumiantes en ser domesticados (Reed, 1959). Se considera que fue domesticada hace más de 10,000 años en la antigua Mesopotamia. Es una especie animal que gozó de una enorme popularidad durante siglos pasados. Como ejemplo podemos mencionar que varias religiones tuvieron como deidad a las cabras ó en ocasiones a las ovejas.

La cabra es considerada en la Biblia como un símbolo de riqueza o de sacrificio. Ha sido una de las especies más útiles al hombre, sobre todo como proveedoras de leche. Fue introducida al Caribe en el siglo XVI por los españoles y posteriormente al Continente Americano. Durante el siglo pasado, en el periodo de las grandes guerras y los periodos de posguerra, la crianza de caprinos se incrementó para aminorar la escasez de leche (Aréchiga *et al.*, 2008).

Actualmente la leche de cabra se utiliza para la industrialización de diferentes productos, principalmente para la alimentación humana como: quesos, mantequilla, leche en polvo, cajetas, dulces, helados y yogurts (Cantú *et al.*, 1989). Lo anterior obliga tanto a productores como investigadores a desarrollar nuevas técnicas en nutrición animal para mantener márgenes de calidad sin necesidad de incurrir a elevados costos de producción.

Frecuentemente la alfalfa (*Medicago sativa*) ha sido llamada la “reina de los forrajes” y esto es cierto, ya que es una pieza fundamental en la alimentación del ganado en especial de producción lechera (D’Attellis, 2005). Sin embargo actualmente el elevado precio de este forraje, incrementa considerablemente los costos de producción, de cualquier explotación pecuaria que dependa de ella.

Por otra parte el forraje verde hidropónico es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir de la germinación y crecimiento de plántulas a partir de semillas viables. Esto consiste en la germinación de semillas de cereales y algunas leguminosas contenidas en bandejas de plástico para este fin y su crecimiento bajo condiciones ambientales controladas en estructuras de invernaderos. Los principales granos utilizados para este sistema son el trigo, cebada, avena y maíz. Por medio de este sistema se obtendrá un forraje de alta palatabilidad, sanidad y calidad nutricional en un periodo corto de tiempo el cual fluctúa en el rango de 10 a 15 días (Dosal, 1987; Ñíguez, 1988; Sánchez, 2000).

Con este sistema, el forraje puede ser producido en cualquier época del año, seleccionando la especie adecuada para cada condición climática. Esta tecnología es complementaria y no competitiva con la producción convencional del forraje, por lo cual representa una alternativa para la alimentación de todo tipo de animales domésticos y es especialmente útil durante los periodos de escases del forraje verde tradicional (Sánchez, 2000).

Actualmente, aun no se evalúan los efectos benéficos del consumo de forraje verde hidropónico en la composición y características de la leche, por lo cual los usuarios potenciales no han visto el gran desarrollo que pudieran tener al aplicar este tipo de tecnología. Por lo anterior, esta fase en la investigación del forraje verde hidropónico, va dirigida hacia la evaluación de algunas importantes características físicas y químicas de la leche de cabra.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la sustitución de heno de alfalfa por forraje verde hidropónico de Triticale (*X Triticosecale W.*) en la composición físico-química de la leche de cabras al final de la lactancia.

Objetivo específico

Evaluar: acidez, proteína, grasa y densidad de la leche producida por cabras Saanen y Alpino Francesas alimentadas con FVH de Triticale, en sustitución parcial de heno de alfalfa al final de la lactancia.

III. HIPÓTESIS

El FVH de Triticale mejora las características físicas y químicas de la leche de cabra en comparación con la alimentación tradicional a base de heno alfalfa.

IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Generalidades de la cabra

Por su indudable antigüedad y su distribución actual en gran parte del mundo, es necesario examinar la ascendencia y las probables líneas de evolución de la cabra. French (1975) comenta que es uno de los animales domesticados de granja más antiguos, que ha estado asociado con el hombre desde hace unos 10,000 años, y que en la actualidad se encuentra en regiones geográficas más amplias que cualquier otro animal de granja.

En México, la población caprina se estima en aproximadamente 9.5 millones de cabezas (SAGARPA, 2005). Ocupa el segundo lugar en población caprina a nivel continental después de Brasil y el décimo tercero a nivel mundial (Pittroff, 2004). Existen 494,000 unidades de producción caprina y aproximadamente 1.5 millones de mexicanos tienen como actividad productiva primaria o complementaria a la caprinocultura. El 64% de las cabras se concentra en los sistemas de producción característicos de las zonas áridas y semiáridas y el 36% restante en la región templada del país (Cantú *et al.*, 1989).

Los sistemas de producción regionales son heterogéneos, con rezagos tecnológicos y de sanidad y con poca ó nula organización e integración. Así pues, en México la caprinocultura genera anualmente más de 160 millones de litros de leche caprina (SAGARPA, 2007), más del 70% es producido en los sistemas extensivos de producción de las zonas áridas y semiáridas y aproximadamente el 25% es producida en los sistemas intensivos de producción de leche de cabra.

Clasificación taxonómica de la cabra

Los principales caracteres taxonómicos de la especie se basan en la morfología externa y se refieren al diseño del pelaje (Cabrera, 1911) y a los cuernos (Cabrera, 1911; Schaller, 1977; Corbet, 1980). Según Granados *et al* (2001), la clasificación taxonómica de la cabra es la siguiente: (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Clasificación taxonómica de la cabra.

Reino	animal
Phylum	chordata
Sub Phylum	vertebrata
Superclase	tetrapoda
Clase	mammalia
Orden:	artidoctila
Sub orden	rumiantia
Infraorden	pecora
Familia	bovidae
Sub familia	caprinal
Tribu	caprini
Género	capra
Espeie	hircus
Subespecie	hircus

Alimentación de la cabra

Consumo de materia seca (MS)

De manera general, comparada con otras especies, por ejemplo la vaca o la oveja, la cabra debe consumir más MS en relación con su peso corporal, dado que sus requerimientos son mayores debido a su alta prolificidad, o la MS consumida debe contener una mayor concentración de nutrimentos (Jimeno, 2003; Meneses, 2002). Según Meneses (2002) el consumo voluntario aproximado de MS en ganado caprino es el siguiente: (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Cálculo del consumo voluntario de MS en cabras.

Tipo de cabra	Consumo máximo (% de su peso corporal)
Cabritos	4.5
Cabra seca	2.8
Inicio de gestación	3.0
Final de gestación	2.7
Alta producción láctea	5.0
Baja producción láctea	4.0

Forrajes o alimentos toscos

Generalmente se considera que una dieta basada en un forraje verde de calidad es suficiente para satisfacer las necesidades nutritivas de los rumiantes para un nivel de producción medio. Los forrajes constituyen la base de la alimentación, sin embargo, la variación entre estos puede ser muy grande dependiendo del tipo de forraje de que se trate, por ejemplo, podemos tener gramíneas, leguminosas, forrajes verdes, henificados o ensilados, además de algunas legumbres. En los forrajes debemos considerar el grado de fibrosidad ya que es parte fundamental en la alimentación de la cabra (Martínez *et al.*, 2006).

Algunas características del alimento que van a contribuir a mejorar la eficacia del rumen van a ser la forma física del forraje (el tamaño de partícula y su contenido de carbohidratos estructurales) pues ello va a influir en la motilidad ruminal, lo cual aumentará la salivación, la permanencia del alimento en el rumen y la degradabilidad de la fibra. Si el forraje es de buena calidad aumentará el nivel de ingestión y la velocidad de pasaje por el rumen, lo que incrementará la cantidad de alimento en el intestino delgado (Martínez *et al.*, 2006).

La cabra es extremadamente sensible a la calidad de los forrajes, aquellos de mala calidad pueden presentar hasta el 50% de desperdicio, sobre todo cuando se combinan con un mal diseño, en el tamaño, forma y altura de los comederos (Martínez *et al.*, 2006).

El valor nutricional de los forrajes, especialmente energético varía considerablemente con la fase vegetativa en que se encuentre, de manera general justo antes de la floración tendremos el nivel óptimo, posteriormente la calidad desciende rápidamente, aquí la conveniencia de aprovechar estas gramíneas forrajeras en pastoreo o cosecharlas en el momento óptimo de composición y digestibilidad. Dentro de las gramíneas más utilizadas podemos mencionar la avena, sorgo, maíz, *Rye Grass* y *Orchard* (Martínez *et al.*, 2006).

Las leguminosas, en particular la alfalfa, constituyen el porcentaje más alto dentro de la ración de las cabras lecheras, sobre todo en aquellos animales con una producción muy alta. Las granjas lecheras con los más altos índices de producción basan su alimentación en el consumo de alfalfa, se dice que la producción de leche está determinada por el consumo de este forraje (Matthews, 1999).

Alimentos concentrados

Estos alimentos se denominan así porque tienen gran cantidad de elementos nutritivos en relación a su peso, tienen un bajo contenido de humedad y muy bajo contenido de fibra. Los alimentos concentrados representan la mejor fórmula para equilibrar el contenido de energía, proteína y minerales de una ración. El concentrado es un alimento no fibroso y muy rico en energía y en muchas ocasiones sólo se utiliza para cubrir las deficiencias que presentan los forrajes (Sanz, 2005).

Los granos de cereales ocupan la mayor parte de los concentrados, siendo el maíz, sorgo, trigo y cebada los más utilizados. El contenido de almidón y la velocidad de la degradación son dos conceptos a tomar en cuenta en los cereales. En el caso del trigo y la cebada estos poseen un alto contenido de almidón rápidamente degradable, por lo que es conveniente mezclarlos con algún otro grano de no tan rápida degradabilidad como el sorgo o el gluten (Morand, 2006).

Estos granos generalmente tienen una densidad energética elevada y una pobre concentración de material nitrogenado. Hay alimentos que además de tener una densidad energética elevada, tienen también un alto contenido proteico, dentro de estos podemos mencionar a las pastas o tortas de oleaginosas, siendo la pasta de soya y la de girasol las más utilizadas, sobre todo porque en cantidades pequeñas permiten corregir deficiencias (Church, 1988).

Minerales y vitaminas

Los minerales son los más difíciles de cubrir porque en la práctica la composición mineral de la mayoría de los alimentos es variable y depende de la disponibilidad mineral del suelo que a su vez se ve afectada por el grado de fertilización de los terrenos. De manera general será importante hacer un balance entre las necesidades del animal y los aportes alimenticios, en donde debemos considerar que siempre vamos a requerir de una complementación mineral (Flores, 2005).

Las vitaminas A, D y E (liposolubles) son las que se llegan a suplementar en la ración, sobre todo en los casos en que el aporte de forraje verde o granos es bajo. Las vitaminas hidrosolubles son sintetizadas por los microorganismos del rumen y de manera normal ningún rumiante adulto sano tiene necesidad de aportes extras, el único momento que es necesaria una suplementación es para los cabritos jóvenes y animales enfermos (Flores, 2005).

Agua

Es el componente estructural básico de la materia viva ya que la mayor parte del contenido celular es agua. Si bien la cabra se caracteriza por ser muy eficiente en el aprovechamiento del agua, es necesario que nunca le falte, sobre todo cuando estamos hablando de cabras altas productoras de leche. El consumo de materia seca disminuye por la falta de este vital elemento, por lo tanto se debe procurar que siempre se encuentre disponible, aun en sistemas de alimentación en pastoreo. La cantidad de agua requerida depende del consumo de materia seca, grado de actividad del animal, clima y porcentaje de humedad que tenga el alimento (Fernández, 2005).

Forraje Verde Hidropónico (FVH)

La actividad agropecuaria en las zonas áridas y semiáridas se ha incrementado notablemente; sin embargo, su expansión ha tenido lugar sin el debido control ecológico y las tecnologías comúnmente utilizadas no son las más apropiadas, provocando problemas de contaminación de suelos y mantos acuíferos, agotamiento de agostaderos y la extinción de especies de flora nativa (Martínez, 1981).

La búsqueda de metodologías alternas de producción de forraje en las cuales se considere el ahorro de agua, altos rendimientos por m² utilizado, calidad nutricional, flexibilidad en la transferencia y mínimos impactos negativos sobre el medio ambiente es de particular importancia (FAO, 2011).

Considerando los puntos anteriores, puede decirse que el FVH puede constituir una opción alterna a los métodos convencionales de producción de forraje que contribuya a una actividad agropecuaria sostenible en las zonas áridas y semiáridas (FAO, 2001).

La producción del FVH es tan solo una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo o hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de cultivos en agua. Pocos años después, sobre el final de dicha centuria, John Woodward produjo germinaciones de granos utilizando aguas de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos así como la composición del forraje resultante (Huterwal, 1992; Níguez, 1988).

Lomelí (2000) comenta que la eficiencia del sistema de producción de FVH es muy alta. Que estudios realizados en México, con control del volumen de agua, luz, nutrientes y CO₂ demostraron que a partir de 22 kg de semillas de trigo es posible obtener en un área de 11.6 m² (1.89 kg semilla/m²) una óptima producción de 112 kg de FVH por día (9.65 kg FVH/m²/día).

El FVH es una metodología de producción de alimento para el ganado que resulta propicia para superar las principales dificultades encontradas en zonas áridas y semiáridas para la producción convencional de forraje. Las zonas áridas han sido consideradas como terrenos marginales para el desarrollo del sector agropecuario, siendo la escasez permanente de lluvia y alta evaporación las principales razones para esta consideración (Cassman, 1999; Young, 1999).

El FVH es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo (Chen, 1975; Less, 1983; Níiguez, 1988; Santos, 1987; Dosal, 1987). 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.

Ventajas y desventajas del forraje verde hidropónico (FVH)

Ventajas

Ahorro de agua: en el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración, son mínimas al compararlas con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuya eficiencia varía entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca, la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera entre un 12% a 18% (Sánchez, 1997; Lomelí, 2000; Rodríguez, 2000 citados por FAO, 2002). Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.

Eficiencia en el uso del espacio: el sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio utilizado (Sánchez, 1997).

Eficiencia en el tiempo de producción: la producción de FVH apta para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos no puede excederse más allá del día 12, aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en su valor nutricional (Bonner y Galston, 1961; Koller, 1962; Simon y Meany, 1965; Fordham *et al*, 1975; Hidalgo, 1985 citados por FAO, 2002).

Calidad palatable: el FVH es un suculento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para los animales (Pérez, 1987).

Inocuidad: el FVH representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. Pues en vacas lecheras muchas veces los animales ingieren malezas que transmiten a la leche sabores no deseables para el consumidor final o no aceptados para la elaboración de quesos (Sánchez, 1997).

Costos de producción: las inversiones necesarias para producir FVH dependerán del nivel y de la escala de producción. En el desglose de los costos se aprecia la gran ventaja que tiene este sistema de producción por su significativo bajo nivel de costos fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente (Morales, 1987).

Desventajas

Costo de instalación elevado: Morales (1987) menciona que una desventaja que presenta este sistema sería el elevado costo de implementación. Sin embargo, se ha demostrado (Sánchez, 1997) que utilizando estructuras de invernáculos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados.

Alimentación animal con FVH

Se han demostrado los efectos benéficos de la alimentación animal con el FVH, los principales beneficios han sido aumento de peso vivo, aumento en la calidad de carne, aumento en la producción de leche y grasa, aumento en la fertilidad y sanidad de los animales (Pérez, 1987; Morales, 1987; Bravo, 1988; Arano, 1988; Sepúlveda 1994; Valdivia, 1996; Sánchez, 1996, 1997; Lomeli, 2000; Rodríguez *et*

al., 2000). Estos resultados se han encontrado sustituyendo entre el 30, 40, 50 y 75% de la dosis de concentrados, dependiendo de la especie alimentada.

El FVH ha demostrado ser una herramienta eficiente y útil en la producción animal. Según la FAO (2011) entre los resultados prácticos más promisorios se ha demostrado; Aumento significativo de peso vivo en corderos precozmente destetados al suministrarles dosis crecientes de FVH hasta un máximo comprobado de 300 gramos de materia seca al día (Morales, 1987 citado por FAO, 2001); Aumento en la producción de vacas lecheras a partir del uso de FVH obtenido de semillas de avena variedad "Nehuén" y cebada cervecera variedad "Triumph" existiendo también en este caso antecedentes en el uso del maíz, sorgo, trigo, arroz y triticale (Sepúlveda, 1994 citado FAO, 2001).

En todos los resultados mencionados anteriormente el sistema de producción de FVH ha posibilitado obtener mayor calidad de carne; mayores volúmenes de leche; aumento de la fertilidad; disminución de los costos de producción por sustitución parcial de la ración tradicional por FVH (Hidalgo, 1985; Morales, 1987; Pérez, 1987; Bravo, 1988; Valdivia, 1996; Sánchez, 1997; Arano, 1998 citados por FAO, 2002).

Método de producción de FVH

Selección de las especies de granos utilizados para FVH

Esencialmente se utilizan granos de: cebada, avena, maíz, trigo y sorgo. La elección del grano a utilizar depende de la disponibilidad local y/o del precio a que se logren adquirir (Rodríguez, *et al* 2000).

Selección de la semilla

En términos ideales, se debería usar semilla de buena calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de probada germinación y rendimiento (Rodríguez, *et al* 2000).

Lavado de la semilla

Las semillas deben lavarse y desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio al 1%. El lavado tiene por objeto eliminar hongos y bacterias contaminantes, liberarlas de residuos y dejarlas bien limpias (Rodríguez, *et al* 2000).

Remojo y germinación de las semilla

Esto consiste en colocar las semillas dentro de una bolsa de tela y sumergirlas completamente en agua limpia por un período no mayor a las 24 horas para lograr una completa imbibición (FAO, 2002). Trabajos anteriores citados por Hidalgo (1985) establecen que terminado el proceso de imbibición, aumenta rápidamente la intensidad respiratoria y con ello las necesidades de oxígeno, lo cual se traduce a una más rápida y eficiente germinación (Rodríguez, *et al* 2000).

Densidad de siembra

Las dosis óptimas de semillas a sembrar por metro cuadrado oscilan entre 2.2 kilos a 3.4 kilos considerando que la disposición de las semillas o "siembra" no debe superar los 1.5 cm de altura en la bandeja (Rodríguez, *et al* 2000).

Riego de las bandejas

El riego de las bandejas de crecimiento del FVH debe realizarse sólo a través de micro aspersores, nebulizadores y hasta con una sencilla pulverizadora o "mochila" de mano. El riego por inundación no es recomendado dado que causa generalmente excesos de agua que estimulan la asfixia radicular, ataque de hongos y pudriciones que pueden causar inclusive la pérdida total del cultivo (Rodríguez, *et al* 2000).

Un indicador práctico que se debe tener en cuenta es no aplicar riego cuando las hojas del cultivo se encuentran levemente húmedas al igual que su respectiva masa radicular (Sánchez, 1997).

Cosecha y rendimientos

En términos generales, entre los días 12 y 14, se realiza la cosecha del FVH. La mayor riqueza nutricional de un FVH se alcanza entre los días 7 y 8 por lo que un mayor volumen y peso de cosecha debe ser compatibilizado con la calidad, dado que el factor tiempo pasaría a convertirse en un elemento negativo para la eficiencia de la producción (Ñíguez, 1988).

La cosecha del FVH comprende el total de la biomasa que se encuentra en la bandeja o franja de producción. Esta biomasa comprende a las hojas, tallos, el abundante colchón radicular, semillas sin germinar y semillas semi-germinadas (Sánchez, 1997).

Instalaciones

La localización de una construcción para producción de FVH no presenta grandes requisitos. Como parte de una buena estrategia, la decisión de iniciar la construcción de instalaciones para FVH debe considerar previamente que la unidad de producción de FVH debe estar ubicada en una zona de producción animal o muy próxima a esta y que existan períodos de déficit nutricional a consecuencia de la ocurrencia de condiciones agrometeorológicas desfavorables para la producción normal de forraje (sequías recurrentes, inundaciones) o simplemente suelos malos o empobrecidos (FAO, 2002).

Existe un amplio rango de posibilidades para las instalaciones que va desde aquellas más simples construidas artesanalmente con palos y plástico, hasta sofisticados modelos digitalizados en los cuales casi no se utiliza mano de obra para la posterior producción de FVH (FAO, 2002).

Características nutricionales del FVH

Según Valdivia (1997) los forrajes tiernos en condiciones normales de siembra en suelo poseen entre 23% y 25% de contenido proteico referido a materia seca. Dicho valor es notablemente más elevado que el nivel de proteínas de las mismas plantas en épocas de mayor desarrollo (floración y maduración), donde baja su contenido proteico. La proteína contenida en forrajes tiernos es de mayor digestibilidad que las plantas maduras.

Los forrajes tiernos contienen poca fibra bruta, respecto a una planta adulta y están compuestos por celulosa pura, sustancia altamente digerible. La planta tierna tiene un elevado contenido de calcio, fósforo y hierro, minerales que sufren importantes variaciones a medida que la planta crece, además se ven afectados también por la influencia del medio ambiente y suelo, tal fenómeno es muy frecuente en zonas áridas y semiáridas (Valdivia, 1997).

Los forrajes tiernos son muy ricos en vitaminas, principalmente en carotenos (250-350) mg/kg de materia seca y vitaminas liposolubles (A y E) por lo que los alimentos basados en forrajes tiernos o recién germinados proporcionan a los animales todos los minerales y vitaminas necesarias para su desarrollo (Valdivia, 1997).

En el FVH todas las vitaminas se presentan libres y solubles, la vitamina E se encuentra en estado completamente asimilable y en libre circulación por toda la

planta joven. Tiene una cantidad de enzimas que lo hacen doblemente aprovechable, ya que evita un trabajo extra en el tracto digestivo del animal, además estimula su sistema endocrino y aumenta su actividad metabólica (Valdivia, 1997).

Se observa un aumento en la fertilidad ya que la vitamina C, es un factor importante para esta actividad y por cada 100 gr de FVH existen 15.45 mg de vitamina C, lo cual es aprovechado por el animal como auto defensa contra enfermedades (Valdivia, 1997).

Las raciones con FVH son inmediatamente asimilables, su digestibilidad es de 85% a 90%, su palatabilidad es excelente, gracias a su aspecto, color, sabor y textura, aspectos que las hacen más asimilables a otros alimentos (Valdivia, 1997).

Según Valdivia (1997) el contenido nutricional del FVH es el siguiente: (Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3. Contenido nutricional por cada kg de FVH.

Nutriente	Contenido
Prótidos	16.20 gr
Polipéptidos, aminoácidos	33.54 gr
Valor proteico	49.74 gr
Lípidos brutos	19.50 gr
Almidón	78.90 gr
Azúcares solubles (maltosa)	63.30 gr
Celulosa	20.10 gr
Fibras brutas	39.60 gr
Minerales	16.86 gr
Valor energético (Equivalente a 0.40 UF)	1178/1190 calorías

Triticale (X *Triticosecale* W.)

El grupo más importante de especies vegetales que alimentan al hombre en forma directa e indirecta corresponde al grupo de los cereales, el Triticale por ser una especie hecha por el hombre, se pretendió desde su inicio unir en una nueva especie características deseables tanto del trigo como del centeno (Robles, 1986).

El Triticale es un cereal relativamente nuevo y resultado de la cruce entre el trigo (*Triticum sp*) y el centeno (*Secale sp*). El trigo se ha utilizado mayormente y con éxitos como progenitor femenino, mientras que el centeno se utiliza como progenitor masculino (Robles, 1986).

Usos del Triticale

Dentro de los usos más importantes esta la alimentación humana y animal, aunque su uso es limitado en alimentación humana, dado que tiene un alto rendimiento en la producción de grano y al tener valores altos de proteína es ideal para la producción de harina, pues tiene un valor alimenticio bastante alto. En la alimentación animal se utiliza a través de alimentos balanceados, en la producción de forrajes para ensilado o bien para pastoreo directo (Royo, 1992).

Características físicas y químicas de la leche de cabra

Acidez

La acidez de la leche inmediatamente después del ordeño es generada principalmente por los fosfatos, las caseínas y el dióxido de carbono que constituyen parte de sus componentes principales (Kirk *et al.*, 1999). Este parámetro se modifica especialmente a través de un proceso de fermentación atribuible principalmente a los microorganismos del grupo de los *Streptococcus lácticos* (Nasanovsky *et al.*, 2003), quienes forman ácido láctico a partir de la lactosa. Esta acidez se expresa como el porcentaje de ácido láctico presente en la muestra con valores de 0.15% a 0.16% en la leche fresca, siendo tolerable para efectos de industrialización un máximo de 0.18 % (Herrera, 1995).

Leches que no presentan una adecuada calidad higiénico-sanitaria pueden presentar valores elevados de acidez, debido a un aumento de la concentración de ácido láctico, a causa de la contaminación, fundamentalmente por bacterias mesófilas aerobias fermentadoras de lactosa (Chacón, 2006).

Durante los procesos fermentativos, el pH de la leche baja de un valor inicial aproximado a los 6.6 hasta casi 4.3, mientras que el porcentaje de ácido láctico supera fácilmente los valores de 0.18% (Alais 1988; Kirk *et al.*, 1999).

La determinación de la acidez de la leche es quizás el análisis más rutinario que se efectúa en las industrias lecheras de todo el planeta, siendo importante en el aseguramiento de la efectividad de los procesos a los que se somete la leche con el objetivo de transformarla en los diferentes derivados lácteos (Goded y Mur 1964; Chacón, 2003). Dado que la información generada por este análisis suele ser determinante en el destino de volúmenes considerables de leche por esto es necesario que cuando la acidez se determine, los datos sean fidedignos (Casado, 1965; Alais, 1988).

La acidez de la leche generalmente se determina por medio de un análisis volumétrico de titulación que emplea disoluciones patrón normalizadas de una base a modo de valorante (hidróxido de sodio de concentración 0.1 N) y fenolftaleína como indicador para poner en evidencia el punto final de la valoración (Kirk *et al.*, 1999).

Chacón (2004), comenta que leche con niveles muy bajos de acidez puede ser sinónimo de mastitis en el animal que la produjo es por ello que la importancia de determinar la acidez en la leche radica en conocer su grado de contaminación microbiana, además de ser un criterio muy importante de calidad.

Proteína

Francis y Gaona (2006) dicen que las proteínas son las sustancias nitrogenadas de la leche, que se encuentran en forma de micelas dispersas en suspensión coloidal y la mayor parte pertenece al grupo de los prótidos divididos en dos grupos.

1. Holoprótidos

a) Lactoalbumina, la cual representa menos del 0.05% y cuya proporción puede aumentar en leche de animales enfermos o en leche con residuos de calostros y es rica en lisina y triptófano.

b) Lactoglobulina, cuyo contenido en la leche no sobrepasa de los 5 gramos por litro (0.5%).

2. Heteroprotidos

El principal heteroprotido de la leche lo constituye la caseína la cual esta compuesta de 20 aminoácidos.

Las proteínas que contiene la leche de cabra, tienen dos orígenes diferentes: unas se sintetizan en la glándula mamaria de la ubre, como es el caso de los diferentes tipos de caseínas y proteínas del suero, como beta lactoglobulinas y alfa albúminas, y las que provienen de la vía sanguínea como seroalbúminas (Vega *et al.*, 2005).

Dependiendo de la raza y de otros factores relacionados con el ambiente, el contenido promedio de proteína de la leche de cabra (28.2 g/L) es ligeramente inferior al de la leche de vaca (31.1 g/L), aunque el de caseínas (23.3 g/L) es muy parecido (Vega *et al.*, 2005).

Según Vega *et al* (2005) la capacidad de la leche de cabra a la coagulación está ligada directamente con la estructura y composición de las caseínas las cuales están constituidas por cuatro fracciones principales: alfaS1, alfaS2, beta y kappa (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4. Fracciones de caseínas en leche de cabra y de vaca.

Caseína	Cabra	Vaca
ALFA S1	5%	35%
ALFA S2	25%	10%
BETA	50%	40%
KAPPA	20%	15%
RELACION ALFA/BETA	30/50%	45/40%

Se puede considerar que las proteínas son el componente de la leche más estable aunque pueden alterarse debido a la desnaturalización por efecto del calor a partir de 60 a 70°C (Vega *et al* 2005).

La relación entre caseínas y proteínas del suero puede verse alterada cuando la leche provenga de animales enfermos de mastitis o leche con contenido elevado de calostro, en ambos casos aumenta la proteína del suero, con posible disminución del rendimiento quesero (Landau y Molle, 2004).

Vega *et al* (2005) mencionan que debido a que la mayoría de la leche de cabra se usa para la fabricación de quesos, el pago de la misma a los productores, tiende a realizarse en función de su contenido en proteína.

La alimentación es la que en mayor medida incide sobre la composición de la leche, especialmente en proteína, grasa, vitamina A, así como en el sabor y olor (Boza, 1992)

Las características proteicas, energéticas y digestibilidad del alimento, además del grupo racial; determinan el contenido proteico de la leche (Boza, 1992).

Grasa

Los glóbulos grasos de la leche de cabra tienen tamaño más pequeño que los de la leche de vaca. En igualdad de concentración de grasa, la leche de cabra tiene un número de glóbulos grasos dos veces mayor que la de leche de vaca, con un diámetro medio inferior de 1.99 micras para la leche de cabra mientras que el de la leche de vaca es 3.53 micras (Vega *et al* 2005).

Dicha situación es de interés en el campo de la nutrición, ya que se conoce que si el tamaño del glóbulo graso es pequeño, su tiempo de residencia en el tracto gastrointestinal del consumidor es menor y con ello se favorece su absorción hacia el torrente circulatorio. Sin embargo, también se conoce que la pasteurización de la leche de cabra, por ejemplo a 63°C durante 30 minutos, aumenta en un 12 por ciento el diámetro medio del glóbulo graso, disminuyendo su número total y con ello la absorción es un poco más tardada (Vega *et al* 2005).

El tiempo de descremado de la leche se ve afectado por el tamaño del diámetro de los glóbulos de grasa, por lo que a diferencia de la leche de vaca, en la de cabra, la grasa tarda más tiempo en separarse (Vega *et al* 2005).

Con respecto al color de la leche de cabra es blanco mate, debido a la carencia de beta caroteno que en el caso de leche de vaca se encuentra alojado en la fracción grasa, por lo que el tono de los quesos de cabra es más blanco que los de leche de vaca (Vega *et al* 2005).

Los ácidos grasos y consecuentemente la grasa, son los componentes de la leche más influidos por la alimentación de los animales, pudiéndose modificar cambiando los ingredientes de la ración que se les ofrece. Dicha modificación ocasiona una composición de ácidos grasos diferente de la leche caprina. Si por ejemplo aumenta la ingesta de harinas de oleaginosas la grasa láctea será más blanda, en tanto que si se alimenta al ganado en pradera la grasa será mas dura (Vega *et al* 2005).

Considerando los factores de variación ya citados, la composición y concentración en ácidos grasos de la leche caprina según Le Doux *et al* (2002) y Ferrandini *et al* (2004), es la siguiente: (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Proporción de ácidos grasos en la leche.

Ácido Graso	%
C16 (palmítico)	31.5 - 33.0
C18:1 (vaccénico)	21.0 - 22.8
C18:0 (esteárico)	12.1 - 14.3
C14 (mirística)	11.4 - 12.0
C18:2 (linoleico)	8.0 - 10.2

La leche caprina, posee características únicas para elaborar quesos, ya que su grasa contiene mayor número de ácidos grasos que intervienen en el sabor del queso, con niveles mas elevados de ácidos: butírico (C4), caproico (C6) caprílico (C8) y cáprico (C10) que la leche de vaca (Oliszewski *et al.*, 2002).

Por otro lado los ácidos grasos libres han sido ligados con el sabor propio "caprino" de la leche de cabra, observándose correlación positiva entre su contenido y el sabor del queso (Juárez *et al.*, 1991).

Densidad

Herrera (1995) comenta que el peso específico es otra medida de calidad importante en la leche y corresponde a una medida relativa entre la densidad de la leche y la densidad del agua a la misma temperatura de medición, generalmente de 15.5°C (60°F).

Según Nasanovsky *et al* (1995) leche íntegra ronda valores extremos de peso específico entre 1.028 y 1.034 (g/ml).

Al estar el peso específico ligado con la densidad esta es una medida indirecta de la concentración de sólidos en la leche. Una leche con un peso específico menor a 1.028 puede ser un indicador de adulteración con agua (Chacón, 2003).

Resultados de algunas investigaciones que han analizado las propiedades físicas y químicas de la leche de cabra

Peris *et al* (1997) estudio el efecto de la fase de la lactancia sobre los componentes de la leche de cabra y observo que el porcentaje de grasa disminuyó desde un pico alcanzado durante la primera semana postparto ($6.35 \pm 0.11\%$) hasta un valor mínimo durante la quinta semana ($4.99 \pm 0.07\%$) que se mantuvo estable hasta la semana 19, para posteriormente ir aumentando ligeramente hacia el final de lactación ($5.12 \pm 0.07\%$). Algo parecido sucedió con el contenido en proteína, alcanzando un valor mínimo en la séptima semana ($3.33 \pm 0.04\%$) y aumentando posteriormente hasta la semana 29 ($3.59 \pm 0.05\%$).

Castagnasso *et al* (2007) compararon algunos parámetros importantes de la leche de cabras criollas, criollas x Nubia, con otros datos, donde se observa que no existe diferencia relevante en las características físico-químicas de la leche de estas dos razas y los datos teóricos, salvo en el contenido de grasa, el cual es menor en la leche de cabras criollas con respecto a las cabras criollas x Nubia y los datos teóricos (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. Comparación de algunos parámetros importantes en la calidad de la leche de cabra.

Parámetro	Raza criolla	Raza Criolla x Nubia	Otros datos
Acidez (°D)	16.2	15.64	16.0
Densidad (g/ml)	1.0338	1.0340	1.0340
Proteína (%)	3.6	3.7	3.3
Grasa (%)	2.4	2.9	4.5

Modificado de Castagnasso *et al* (2004).

Estas cabras fueron mantenidas en forma experimental en un sistema semi-intensivo de alimentación con pastoreo y complementado con afrechillo, salvado de trigo, maíz, "expeller" de girasol y fardo de pasto (Castagnasso *et al* 2007).

El Cuadro 4.7 presenta las características físico-químicas de la leche de cabra durante una lactancia de 14 a 18 semanas (Ludeña *et al.*, 2004).

Cuadro 4.7. Media de las características físico-químicas de la leche de cabra (14 a 18 semanas de lactancia).

Característica	Media
Acidez (°D)	14.53 ± 2.06
Densidad (g/ml)	1.030 ± 0.003
Grasa (%)	4.89 ± 1.36
Proteína (%)	3.77 ± 0.59

Modificado de Ludeña *et al* (2004)

Vega *et al* (2007) compararon las características físicas y químicas de la leche de cabra de las razas Alpino Francesa y Saanen, donde se observa una mayor concentración de sólidos en la leche de cabras Saanen con respecto a las cabras Alpino Francesas, a pesar de que la producción promedio de leche fue mayor en las cabras Alpino Francesas que en las Saanen (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8. Características físico-químicas de la leche de cabras Alpino Francesa y Saanen.

Parámetro	Alpino Francesa		Saanen	
	Intervalo	Media	Intervalo	Media
Acidez (%)	0.02 - 0.25	0.16	0.1 - 0.37	0.16
Proteína (%)	2.91 - 3.86	3.27	2.04 - 4.13	3.00
Grasa (%)	2.76 - 5.61	3.96	1.14 - 6.14	3.5
Densidad (g/ml)	1.035 - 1.039	1.036	1.021 - 1.053	1.030

Modificado de Vega *et al* (2007)

En ambas razas las edades fluctuaron entre 1 a 5 años, con un peso promedio de 40 kg, su producción diaria fue de 2.5 y 2.7 litros para las cabras Saanen y Alpino Francesas respectivamente (Vega *et al.*, 2007).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en un establo dedicado a la producción de leche de cabra, propiedad del MVZ. José Alberto Dávila De León, ubicado en la carretera antigua a Arteaga a 8 km de Saltillo, Coahuila y en el Laboratorio de Tecnología de Lácteos ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista Saltillo, Coahuila, México, a una altitud de 1776 msnm, con coordenadas geográficas 25° 21' 00" LN y 101° 02' 00" LO (García, 1987).

Tratamientos

Se utilizaron 64 cabras de raza Saanen y Alpino francesa, al final de lactancia con un peso y edad promedio de 56 kg y 4 años respectivamente, las cuales se agruparon en 4 tratamientos (n=16) de 8 cabras de cada raza (Cuadro 5.1).

Cuadro 5.1. Distribución física de tratamientos para la evaluación del Forraje Verde Hidropónico (FVH) de Triticale en cabras Saanen y Alpino Francesa.

T1 = Tratamiento testigo (alimentación tradicional)	T2= 15% de FVH
Comedero	Comedero
Pasillo de distribución	
Comedero	Comedero
T3= 30% de FVH	T4= a 45 % de FVH

El periodo de adaptación de las cabras a la alimentación con FVH fue de una semana y el periodo experimental fue de 30 días comprendido del 7 de noviembre al 7 de diciembre del año 2010. Cada semana se tomó una muestra de leche (100 ml) en cada grupo racial por tratamiento y se llevó al laboratorio para su análisis.

En el Cuadro 5.2 se muestra la composición de la dieta tal como se ofreció en los 4 tratamientos.

Cuadro 5.2. Composición de la dieta en materia verde (MV).

Ingrediente	Kg /Animal /Día.			
	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
Concentrado	0.937	0.937	0.937	0.937
Heno de alfalfa	1.444	1.078	0.714	0.350
FVH	0.00	1.645	3.285	4.945

En el Cuadro 5.3 se presenta la composición de las dietas en materia seca (MS).

Cuadro 5.3. Composición de las dietas en MS/Animal/Día.

Ingredientes	Tratamientos							
	T1		T2		T3		T4	
	% en Dieta.	Kg	% en Dieta.	Kg	% en Dieta.	Kg	% en Dieta.	Kg
Concentrado	40.63	0.890	40.63	0.890	40.63	0.890	40.56	0.890
Heno de alfalfa	59.36	1.300	44.34	0.971	29.36	0.643	14.36	0.315
FVH	00.00	0.00	15.02	0.329	30.00	0.657	45.07	0.989
Total	99.99	2.190	99.99	2.190	99.99	2.190	99.99	2.194

Como se muestra en el Cuadro 5.3 con estas proporciones se cubren los requerimientos del 4% del peso vivo de las cabras en MS utilizadas en el presente estudio (Meneses, 2002).

Estando las muestras de leche en el laboratorio se precedió a realizar los análisis para cada parámetro.

Variables

Se realizó el análisis químico de la leche donde se determinó Acidez, Proteína, Grasa y densidad (OAOAC, 1980).

Análisis estadístico

Bloques al azar con arreglo factorial 4x2 (tratamientos, razas), para evaluar acidez, proteína, grasa y densidad (SAS, 1999).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 6.1 se muestran los resultados generales donde aparecen las medias de cuadrados mínimos y el error estándar de la media (\pm) de las variables analizadas, no hubo efecto de interacción tratamiento x raza ($P>.05$).

Cuadro 6.1. Medias y error estándar de la media (\pm) de la acidez, proteína, grasa y densidad de leche de cabras Saanen y Alpino Francesa alimentadas con forraje verde hidropónico (FVH) en sustitución parcial del heno de alfalfa en corral al final de la lactancia.

Variable	Tratamientos								\pm
	1		2		3		4		
	00% FVH		15% FVH		30% FVH		45% FVH		
S	A.F	S	A.F	S	A.F	S	A.F		
Acidez (%)	0.23	0.24	0.24	0.23	0.21	0.22	0.22	0.22	0.017
Proteína (%)	4.46	4.30	3.90	4.18	3.58	4.14	4.20	3.90	0.022
Grasa (%)	4.76	4.62	4.92	4.86	5.10	5.05	5.30	5.02	0.155
Densidad (g/ml)	1.050	1.041	1.050	1.055	1.059	1.050	1.041	1.041	0.007

Como se muestra (Cuadro 6.1) los valores de las fracciones evaluadas en el presente estudio son muy similares entre tratamientos y razas. Excepto los valores de grasa en los cuales se observó diferencia significativa entre los tratamientos 1 y 4.

Posteriormente se explicaran cada una de las variables analizadas por separado.

Acidez

En la Figura 6.1 se aprecia el valor promedio de la acidez, comparando cada uno de los tratamientos, donde se observa un valor mas bajo en el tratamiento al cual se le suministro 30% de FVH, no existe diferencia significativa, ($P>.05$). Estos resultados son superiores a los citados por Herrera (1995), Castagnasso *et al.*, (2007) y Ludeña *et al* (2004), donde muestran un valor promedio en esta variable de 0.16 a 0.18% en cabras raza Criolla y Cruza con Nubia. Se encuentran entre los rangos de acides de la leche de cabras Saanen y Alpino Francesa de 0.1 a 0.37 % (Vega *et al.*, 2007).

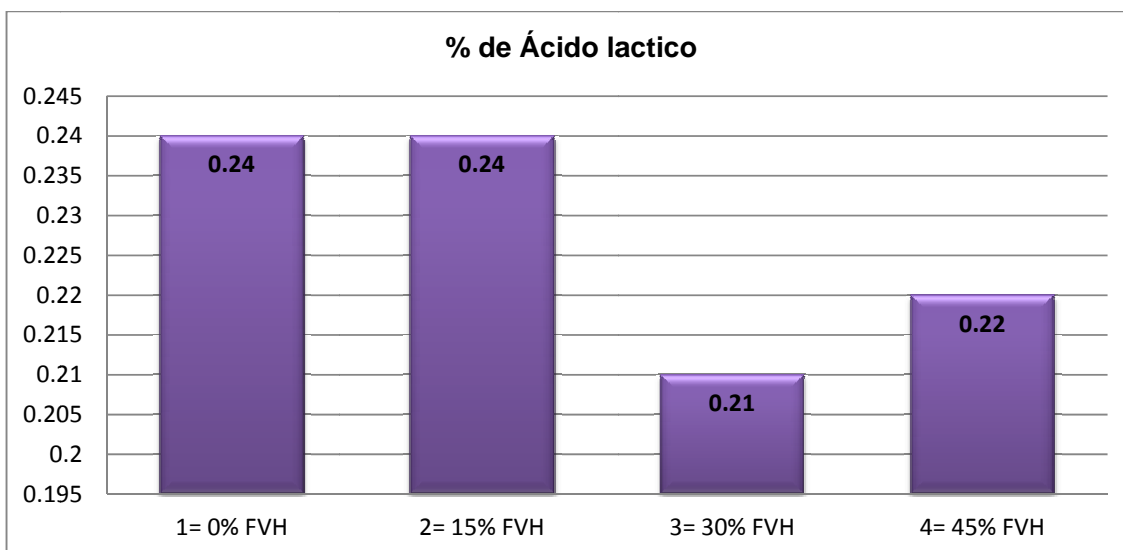


Figura 6.1. Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.012\%$) de la acidez en leche producto de cabras con diferentes niveles de FVH en sustitución parcial de heno de alfalfa en corral al final de la lactancia.

En la Figura 6.2 se aprecia que en sustitución parcial del heno de alfalfa por FVH al final de la lactancia, la leche de cabra Saanen tiende a ser más ácida que la de cabra Alpino Francesa, no existe diferencia significativa ($P > .05$). Esta entre el rango de acidez de 0.02 a 0.25% para Alpino francesa y 0.1 a 0.37% para Saanen (Vega *et al.*, 2007).

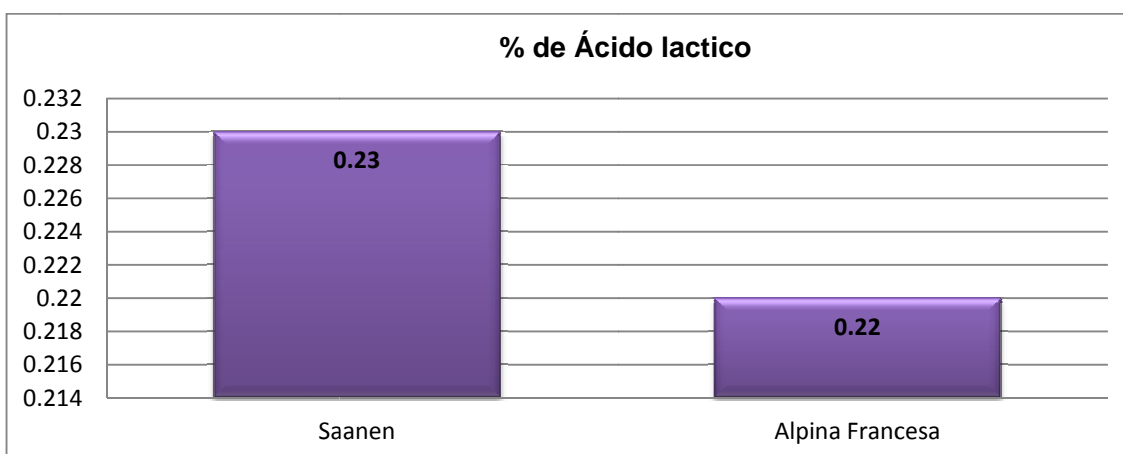


Figura 6.2. Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.008\%$) de la acidez en leche de cabras Saanen y Alpino Francesas, alimentadas con FVH en sustitución parcial del heno de alfalfa.

Proteína

La Figura 6.3 muestra el valor promedio de proteína en cada tratamiento, se aprecia un mayor porcentaje de proteína en el tratamiento 1 (testigo) el cual consistió en alimentación tradicional con 0% de FVH, no existe diferencia significativa ($P > .05$). La media en cada tratamiento es mayor a lo mencionado por Vega et al (2005) de 2.82%. Los valores de esta investigación fueron relativamente elevados, pero los respaldan Peris et al (1997) quienes encontraron resultados a la semana 29 de 3.59 (± 0.05 %) de proteína en leche de cabra y comenta que su contenido aumenta al inicio de la lactancia, disminuye y permanece estable, para incrementar nuevamente al final del periodo.

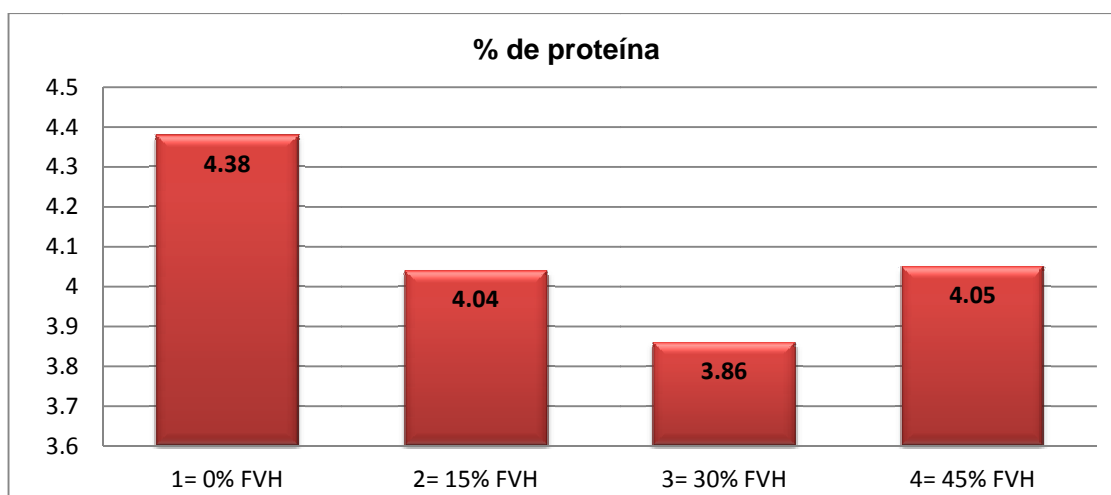


Figura 6.3. Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.157\%$) de proteína en leche producto de cabras con diferentes niveles de FVH en sustitución parcial de heno de alfalfa en corral al final de la lactancia.

En la Figura 6.4 se aprecia que el porcentaje de proteína en la leche fue mayor en cabras Alpino Francesas que en Saanen, no existe diferencia significativa ($P > .05$). Estos datos concuerdan con los citados por Vega et al (2007), quien encontró un valor promedio de proteína mayor en la leche de cabra Alpino Francesa de 3.27% que en leche de cabra Saanen de 3.00%, aunque los datos de esta investigación siguen siendo superiores.

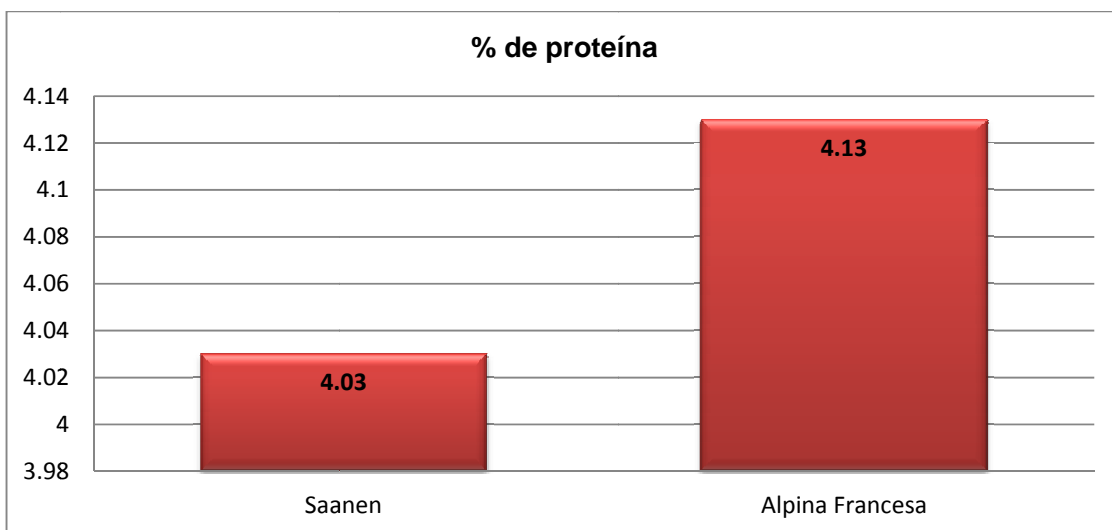


Figura 6.4. Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.111\%$) de proteína en leche de cabras Saanen y Alpino Francesas, alimentadas con FVH en sustitución parcial del heno de alfalfa.

Grasa

La Figura 6.5 muestra la media de cada tratamiento y su comparación, existe diferencia significativa ($P < .05$) en el tratamiento 1 con respecto al 4, donde se aprecia que a mayor porcentaje de FVH en la dieta de las cabras al final de la lactancia mayor concentración de sólidos grasos en la leche. Estos resultados son superiores a los observados por Castagnasso *et al* (2007). Coinciden con Ludeña *et al* (2004). Se encuentran dentro del intervalo para cabras Saanen y Alpino Francesas (Vega *et al.*, 2007). Están respaldados por Peris *et al* (1997) quienes observaron que el porcentaje de grasa en la leche de cabra disminuye desde un pico alcanzado en la primera semana postparto ($6.35 \pm 0.11\%$) hasta un valor mínimo en la quinta semana ($4.99 \pm 0.07\%$) que se mantiene estable a la semana 19 para ir aumentando hacia el final de lactación ($5.12 \pm 0.07\%$).

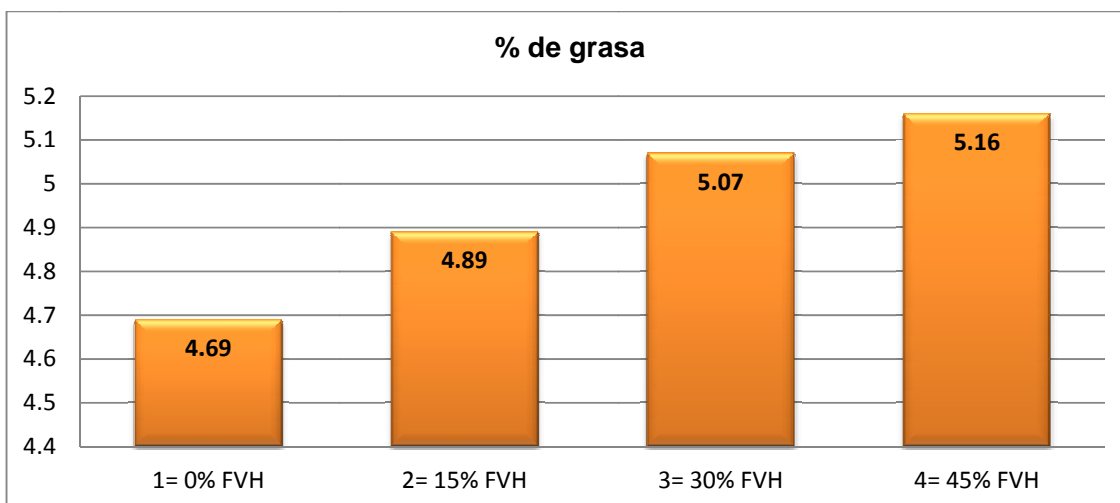


Figura 6.5. Media de mínimos cuadrados (± 0.110 %) de grasa en leche producto de cabras con diferentes niveles de FVH en sustitución parcial de heno de alfalfa en corral al final de la lactancia.

La Figura 6.6 muestra que la leche de cabras Saanen en esta investigación tiene un mayor contenido de grasa que la leche de cabras Alpino Francesas, no existe diferencia significativa ($P > .05$). Estos resultados están en desacuerdo con Vega *et al* (2007), quienes encontraron mayor contenido de grasa en leche de cabra Alpino Francesa (3.96%) que en Saanen (3.50%).

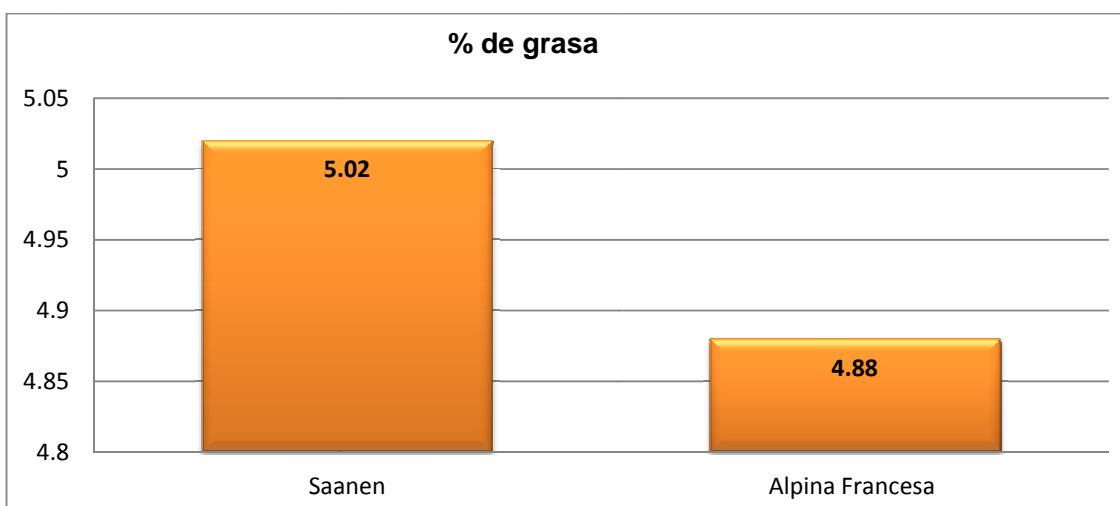


Figura 6.6. Media de mínimos cuadrados ($\pm 0.078\%$) de grasa en leche de cabras Saanen y Alpino Francesas, alimentadas con FVH en sustitución parcial del heno de alfalfa.

Densidad

En la Figura 6.7 se aprecia que el tratamiento 3 con 30% de FVH fue el que obtuvo una mayor concentración de sólidos, comparado con los demás tratamientos, no existe diferencia significativa ($P > .05$). Estos datos son superiores a los de Nasanovsky *et al* (1995) quienes mencionan un valor máximo de 1.028 a 1.034 g/ml en todo tipo de leche integra. Son superiores a lo comentado por Chacón (2004) quien dice que un peso específico menor a 1.028 g/ml es un indicador de adulteración con agua.

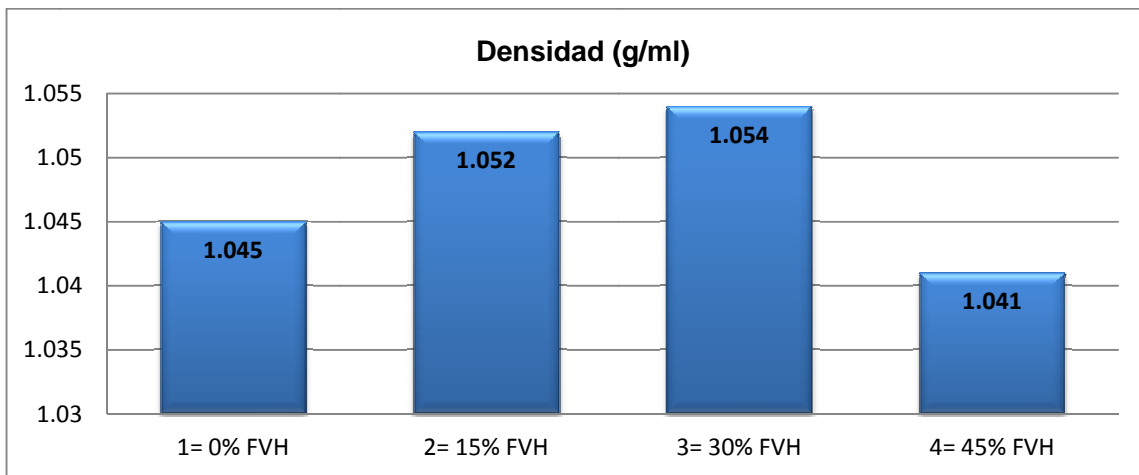


Figura 6.7. Media de mínimos cuadrados (± 0.005 g/ml) de densidad en leche producto de cabras con diferentes niveles de FVH en sustitución parcial de heno de alfalfa en corral al final de la lactancia.

En los 4 tratamientos se aprecia una elevada concentración de sólidos (Figura 6.7) con respecto a la densidad promedio en la leche de cabra. Probablemente esto se deba a que el porcentaje de proteína y grasa fue alto pues estos animales se encontraban a final de su periodo de lactancia y según Peris *et al* (1997) estas dos variables tienden a incrementar al final de este periodo.

En la Figura 6.8 se aprecia un ligero incremento en la concentración de sólidos en leche de las cabras Saanen con respecto a las cabras Alpino Francesas, no existe diferencia significativa ($P > .05$). Estos resultados son superiores a los citados por Vega *et al* (2007) de 1.033 g/ml como promedio en estas dos razas.

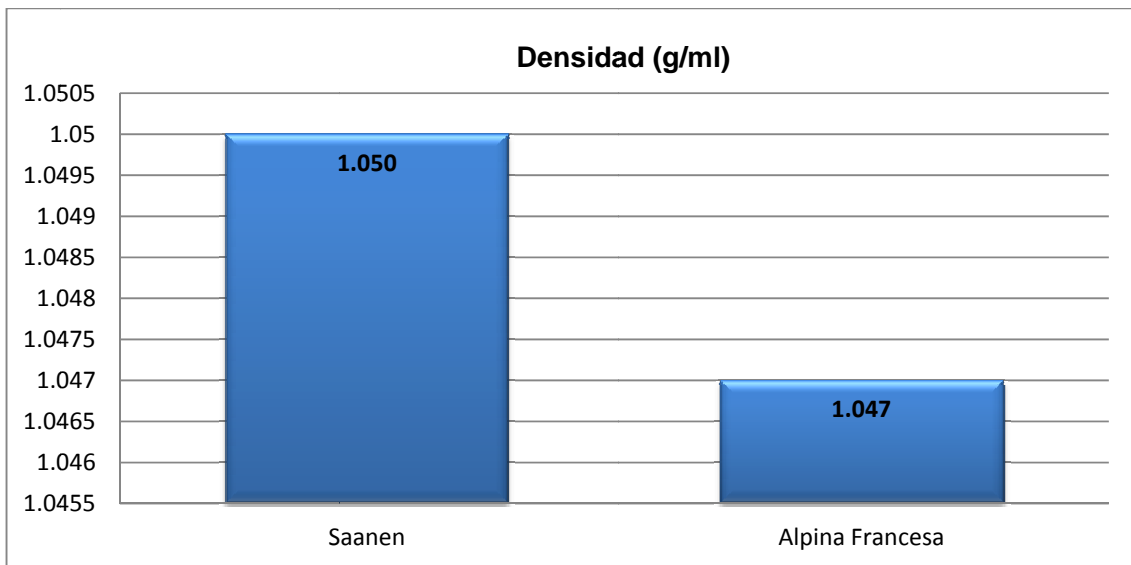


Figura 6.8. Media de mínimos cuadrados (± 0.004 g/ml) de densidad en leche de cabras Saanen y Alpina Francesas, alimentadas con FVH en sustitución parcial del heno de alfalfa.

VII. CONCLUSIONES

1. La sustitución parcial de heno de alfalfa por el FVH de Triticale no afecta la acidez, proteína y densidad de la leche producida por cabras Saanen y Alpino Francesa en corral al final de la lactancia.
2. El porcentaje de grasa fue afectado inversamente por el nivel de FVH en sustitución parcial de heno de alfalfa en la leche de cabras Saanen y Alpino Francesa en corral al final de la lactancia.
3. El grupo racial no modificó la composición de la leche en las variables estudiadas.

VIII. LITERATURA CITADA

- Arano, C. 1988. Forraje Verde Hidropónico y Otras Técnicas de Cultivos sin Tierra. Editado por el propio autor. Prov. de Buenos. Aires, Argentina.
- Aréchiga, C.F., J.L. Aguilera., R.M. Rincón., S. Méndez de Lara., V.R. Bañuelos y C.A Meza-Herrera. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. Disponible en:<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=9391122700>.pdf. Acceso ene, 28, 2011.
- Boza, J., 1992. Mejora de las materias primas de origen animal Seminario sobre "Avances en Ciencia y Tecnología de los Alimentos". LJIMP. Santander.
- Bravo, R., M.R. 1988. Niveles de avena hidropónica en la producción de conejos Angora. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción. Sede Chillán, Chile.
- Cabrera, A. 1911. The subspecies of the Spanish ibex. *Proced. Zool. Soc. London*, 963-977.
- Cantú, R.E., Colín, N.M., Contreras, M., García, J. 1989. Estudios sobre la estacionalidad reproductiva de los machos caprinos de las razas Saanen y Alpina. En: Memorias de la V Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Zacatecas. México. 67
- Castagnasso, Hilda; Miceli, Elisa; Dietrich, Mariano; Lacchini, Raúl. 2007. Composición de leche de cabra criolla y cruce criolla x nubian. Disponible en:http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/70-castagnasso_composicion.pdf. Acceso nov. 25, 2011.
- Cassman K G. 1999. Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci* : 5952-5959.
- Corbet, G. (1980). The mammals of the Palearctic region. A taxonomic review. Cornell Univ. Press. London, 314 pp.

- Chacón, A. 2003. La elaboración del queso fresco y otros derivados lácteos: guía básica artesanal y de la pequeña industria. Ed. Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. 66 p.
- Chacón, A. 2004. Estudio de la acidez titulable y el peso específico de la leche de cabra de un grupo de caprinocultores de la Meseta Central Costarricense. *Agronomía Mesoamericana* 15(2): 179-183.
- Chacón, A. 2006. Comparación de la titulación de la acidez de leche caprina y bovina con hidróxido de sodio y cal común saturada. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v17n01_055.pdf. Acceso, nov. 23, 2011.
- Church DC, Pond WG. Basic Animal Nutrition and Feeding. John Wiley and Sons.1988.
- D'Attellis, R.A. 2005. Alfalfa (*medicago sativa l.*) Producción de semilla Tinogasta, Catamarca.Disponible en:<http://www.produccioncatamarca.gov.ar/legislacion/Sectores%20Productivos/Sector%20Agricola/Produccion%20de%20Alfalfa.pdf>. Acceso mar, 19, 2011.
- Dosal, J.J.M. 1987. Efecto de la Dosis de Siembra, Época de Cosecha y Fertilización sobre la Calidad y Cantidad de Forraje de Avena Producido Bajo Condiciones de Hidroponía. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.
- FAO, 2001. Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Manual Técnico. Primera Parte. 68 pp.
- FAO. 2002. Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. Santiago, Chile. 98 pp.
- FAO. 2011. Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. Santiago, Chile. 55, 68 pp.
- Fernández, C., Bacha, F. 2005 Ganado Caprino. Ed. Agrícola Española. pag. 1-16.
- FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 1997. Oportunidades de desarrollo de la ganadería en México. Boletín Informativo.
- Francis, K.P; Homero, G. 2006. Introducción a la Lactología. Editorial Limusa. Balderas 95, México DF.

- Ferrandini, E., Price, A., Castillo, M., Laencina, J. y López, M. B. 2004. "Fatty acids of Murciano –Granadina goats' milk from Region de Murcia. Influence of the farming area", en: The future of the sheep and goat dairy sectors. International Dairy Federation, Zaragoza, Spain. 28 –30 Octubre.
- Flores NMJ. 2005. Tecnología para producir bloques nutricionales. INIFAP.
- Flores O.I., D.M. Bolívar, J.A. Botero y M.A. Ibrahim. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock Res. Rural Dev.*, 10(1).
- García, B.1987. Diagnostico climatológico para la zona de influencia inmediata de la UAAAN, Agrometeorología.
- Granados, J.E., J. M. Pérez., F. J. Márquez., E. Serrano., R. C. Soriguer y P. Fandos. 2001. La cabra montés (capra pyrenaica, schinz 1838). Disponible en:[http://www.secem.es/GALEMYS/PDF%20de%20Galemys/13%20\(1\).pdf/01.%20Granados%20\(3-37\).pdf](http://www.secem.es/GALEMYS/PDF%20de%20Galemys/13%20(1).pdf/01.%20Granados%20(3-37).pdf). Acceso dic. 2011.
- 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. 100 p.
- Hidalgo Miranda, 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.
- Huterwal, G. 1992. Hidroponía. Edit. Albatros, Buenos Aires, Argentina.
- Jimeno, V., P. G, Rebollar y T. Castro. 2003. Nutrición y alimentación del caprino de leche en sistemas intensivos de explotación. Disponible en: http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/03CAP_VIII.pdf. Acceso, dis.2011.
- Juárez, M., Ramos, M. y Martín –Hernández, C. 1991. Quesos españoles de leche de cabra. Fundación de estudios lácteos (FESLAC). Madrid. 34 pp.
- Kirk, R.S; Sawyer, R.; Egan, H. 1999. Composición y análisis de los alimentos de Pearson. Ed. Continental, Distrito federal, México. 777 p.

- Le Doux, M., Rouzeau, A., Bas, A., Saivant, D. 2002. Occurrence of trans -C18:1 fatty acid isomers in goat milk: effect of two dietary regimens. *J. Dairy Sc.* 85: 190 –197.
- Lomeli, Z. H. 2000. *Agrocultura*, México.
- Ludeña, F., S, Peralta., O, Arroyo., L, Fung., C, Gonzales. 2004 Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la leche de cabra y su conservación mediante la activación del sistema lactoperoxidasa. Disponible en: <http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/mc/v3n1/a04v3n1.pdf>. Acceso nov. 25, 2011.
- Meneses, R. 2002. Aspectos Generales Sobre Nutrición Y Alimentación de Caprinos. Disponible en: http://www.indap.gob.cl/Docs/Documentos/Ganader%C3%ADa/Caprinos/nutic_aliment_caprinos.pdf. Acceso nov. 21, 2011.
- 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.
- Morand-Fehr P. 2006. Alimentos y raciones para cabras lecheras. Memorias del Curso Avanzado de producción caprina; noviembre 6-17; Murcia, España. CIHEAM.
- Nasanovsky, M.; Garijo, R.; Kimmich, R. 2003. *Lechería*. Ed. Fondo Educativo Interamericano. Estados Unidos de América. 49 p.
- Ñíguez, 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.
- Ñíguez, Concha, 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.
- Oliszewski, R., Rabasa, A., Fernández, J., Poli, M. y Núñez, M. 2002. “Composición química y rendimiento quesero de leche de cabra criolla serrana del noroeste argentino”, en: *Zootecnia Trop.* 20 (2): 179 –189.

- Pérez, L. N. 1987. Efecto de la Sustitución del Concentrado por Forraje Obtenido en Condiciones de Hidroponía en una Crianza Artificial de Terneros.
- Peris, S., Caja, G., Such, X., Casals, R., Ferret, A. y Torre, C. (1997) J. Dairy sci. 80: 3249-3255.
- Pittroff, W. Perspectives for goat production. Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. 13 a 15 de Octubre de 2004. Asociación Mexicana de Producción Caprina A. C. Acapulco Gro. 28-43.
- Reed, C.A. 1959. Animal domestication in the prehistoric Near East. Science. 130: 1629-1639.
- Rodríguez, A.; Chang, M.; Hoyos, M.; Falcón, F. 2000. Coeficientes técnicos de producción. Montevideo, Uruguay.
- Royo. C. 1992 El triticale, Bases para el cultivo y aprovechamiento. Ed. Mundi-prensa, Madrid España. 95 P.
- SAGARPA. Estadísticas ganaderas 2005, 2007. Estimación de consumo nacional aparente. Disponible en: <http://ganaderia.sagarpa.gob.mx/Dgg/CNAcap.htm>. Acceso mar, 19, 2011.
- Sánchez M.D. 2000. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. FAO, Roma. pp. 1-36.
- Sánchez, A. 1996 – 1997. Informes Técnicos de Estadía. Informes Internos de la Dirección Nacional de Empleo (DINAE –Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) Montevideo, Uruguay.
- Sánchez, A. 2000. Una Experiencia de Forraje Verde Hidropónico en el Uruguay. Boletín Informativo de la Red Hidroponía N° 7. Lima, Perú.
- Sepúlveda, R. 1994. Notas Sobre Producción de Forraje Hidropónico. Santiago, Chile.
- Schaller, G. (1977). Mountain monarchs. Wild sheep and goats of the Himalaya. University of Chicago Press, Chicago, 425 pp.

- Valdivia, E. 1996. Producción de Forraje Verde Hidropónico. Curso Taller Internacional de hidroponía del 25 al 29 de marzo. Lima Perú.
- 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; R. Gutiérrez; A, Ramírez; M, González; G. Díaz-González; J. Salas; C, González; M Coronado; B, Schettino y A. Albert. 2007. Características físicas y químicas de leche de cabra de razas alpino francesa y saanen en épocas de lluvia y seca. Rev. Salud Anim. Vol. 29 No. 3. Disponible en: http://www.censa.edu.cu/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=72&Itemid=105. Acceso dic. 2011.
- Vega, S.L; R. G, Tolentino; G. D, González; M. G, López; A. R, Ayala; J. H, Salas; M. C, Herrera y C.G, Cabrera. 2005. Leche de cabra: producción, composición y aptitud industrial. Disponible en: <http://www.alfa-editores.com/carnilac/Octubre%20Noviembre%2005/TECNOLOGIA%20Leche%20de%20cabra.htm>. Accesos nov 2011.
- Young A (1999) Is there really spare land? A critique of estimates of available cultivable land in developing countries. Env. Dev. Sustain. 1: 3-18.
- William H. 1980. Official Methods of Analysis of the association of Official Analytical Chemists. Washington. D.C.