Como producir una leche de cabra de buena calidad y su valor nutraceutico (Ensayo).

Héctor Andrade-Montemayor[1,2], Liliana Rojas[1], Andrea Martínez Villagrana[1], Florencia Muñoz[1].

[1]Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Lic en Med.Veterinaria y Zootecnia, y Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable.

[2] Coordinador Campus Amazcala, Facultad de Ciencias Naturales, Univ. Autónoma de Querétaro.

Como producir una leche de cabra de buena calidad y su valor nutraceutico (Ensayo).

Héctor Andrade-Montemayor[1,2], Liliana Rojas[1], Andrea Martínez Villagrana[1], Florencia Muñoz[1].

[1]Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Lic en Med.Veterinaria y Zootecnia, y Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable.

[2] Coordinador Campus Amazcala, Facultad de Ciencias Naturales, Univ. Autónoma de Querétaro.

Introducción.

La intención de este escrito es el ofrecer y comentar algunas experiencias relacionadas con lo que significa producir una leche de calidad, y de esta forma surja el interés en el productor, el estudiante, el técnico o aquel que se piensa en un futuro como productor de leche de cabra, insistiendo en la calidad de la leche y no solo en la cantidad producida, teniendo claro que la leche de cabra es un producto con un excelente valor nutricional y nutraceutico o funcional, esto es que contiene elementos asociados a la salud y no solo es un alimento, Pero que además es un producto que con su venta genera un ingreso, y es la base de procesos tecnológicos y de su transformación (Queso, yogurt, . Hablaré de acuerdo a mi experiencia como productor, quesero, maestro universitario y/o investigador y asesor de productores. Al iniciar en esta actividad (1985) como todo joven pensaba en el desarrollar un negocio asociado a mi profesión y que fuera la base económica para mi futuro, entonces solo se pensaba en volumen y cantidad, en tener animales muy lechero, que en aquel entonces eran cabras de 2.5 a 4 litros de leche, que se podían lograr solo con cabras Saanen, Alpinas, Toggemburg, bajo sistemas estabulados, con sistemas similares a los de producción de bovinos lecheros, invertir en grandes instalaciones, mucho concentrado, alfalfa y ensilados, me di cuenta que si vendía leche el negocio no sería muy rentable, a menos que yo produjera todos los insumos y vendiera un gran volumen de leche, trabaje y asesoré productores muy grandes, observando que ellos eran los únicos no organizados o independientes que podían pagar una asesoría y que tenían grande problemas en la venta de leche y en el cobro de la misma. Sin embargo, mi economía como recién egresado de la universidad no se ajustaba a ese esquema, entonces me dedique a buscar a productores que en pequeña o mediana escala tenían una adecuada rentabilidad, sistemas semiestabulados utilizando el pastoreo como su primera herramienta de alimentación y una suplementación menor, pero se caracterizaban por la transformación de la leche en dulces, quesos, y algo novedoso en esos años (1985) la fabricación de quesos artesanales de calidad gourmet que se vendían en hoteles y restaurantes exclusivos, esto alcanzaban un excelente precio aunque se vendían poco, no existía esa cultura del queso madurado o semimadurado, pero todos coincidían que el elemento clave para hacer un buen producto es la calidad de la leche, no solo sanitaria sino también en contenido

de sólidos en especial una adecuada relación de proteína y grasa, pero era interesante observar que lo quesos con mejor sabor y rendimiento eran los que provenían de animales pastoreando en los agostaderos semiáridos, bien suplementados y en su mayor parte de animales que eran rústicos y capaces de adaptarse bien al pastoreo, que podría combinar una buena producción, 2 a 2.5 litros de leche por día, pero con mayor contenido de grasas y proteína y un mayor rendimiento (menos leche por kilogramos de queso producido). Mucho se ha discutido sobre esto, hay quien dice que muchos litros son muchos kilos de producto, lo cual puede ser cierto, por lo que la evaluación de los animales la debemos de realizar por la cantidad total de solidos producido durante la lactancia y por lo tanto, por la cantidad de kilos de queso producidos u otros productos como dulces, yogurt, etc..

Calidad es una palabra que puede abarcar una gran cantidad de cosas, desde limpieza, sanidad, contenido de sólidos, o bien el presentar otras características, tales como: Ser hipo alergénica, presentar una relación de caseínas (proteínas) que sean similares a la leche de mujer (no contiene α S1y S2 caseína), y por lo tanto evitar problemas de rechazo o alergia en personas sensibles a esto, el que contenga una adecuada relación de Ácidos Grasos, tales como linoleico, linoleico y Linoleico conjugado, que se encuentran asociados a una disminución en el contenido de colesterol y control de la presión arterial, en algunos casos como el CLA son anticancerígenos, además presentan un mayor contenido de antioxidantes (fenoles y flavonoides) que protegen lípidos de membrana celular y pueden ayudar a tener una mejor respuesta inmunológica, etc. Estos últimos elementos son aquellos que llamamos como nutraceuticos y/o funcionales..

En fin, siguiendo las frases ‘’ que la alimentación sea tu medicina y eres lo que comes’’, en ese sentido la leche y en especial la de cabra, no solo es un alimento o un elemento de cambio económico, es un producto que cumple con ese refrán, es un alimento saludable, lo cual depende de todos estos conceptos de calidad.

1.- **Diferencias en la composición química nutrimental de la leche humana en comparación con la leche de vaca y cabra.**

En el cuadro 1, se puede observar una comparación en la composición química entre la leche humana y la leche de vaca y cabra, existiendo un mayor contenido de proteína en la leche de cabra y vaca que en la humana, un menor contenido de caseínas, lacto albúmina y grasa en la leche humana pero un mayor contenido de lactosa, presentando finalmente un contenido similar en calorías (69 a 76 kcal) en las tres leches.

En cuanto a minerales es mayor el contenido de calcio, fosforo y magnesio, potasio, sodio y manganeso en la leche de cabra, de la misma forma el contenido de vitaminas A, D y Tiamina es mayor en la leche de cabra.

Cabe resaltar que buena parte de estos elementos son el resultado de variaciones entre razas, la orientación en los programas de selección de acuerdo a los objetivos de cada asociación, y diferencias en la alimentación.

Cuadro 1: Comparación quimico nutrimental de la leche humana con la leche de vaca y cabra.

Composición en 100 ml	Humana	Vaca	Cabra
Proteína (g)	1.2	3.3	3.3
Caseína (g)	0.4	2.8	2.5
Lactalbumina (g)	0.3	0.4	0.4
Grasa (g)	3.8	3.7	4.1
Lactosa (g)	7.0	4.8	3,8
Valor Calórico (Kcal)	71	69	76
Minerales (g)	0.21	0.72	0.77
Calcio (mg)	33	125	130
Fósforo (mg)	43	103	159
Magnesio (mg)	4	12	16
Potasio (mg)	55	138	181
Sodio (mg)	15	58	41
Hierro (mg)	0.15	0.10	0.05
Cobre (mg)	0.04	0.03	0.04
Yodo (mg)	0.007	0.021	
Manganeso (mg)	0.07	2	8
Zinc (mg)	0.53	0.38	
Vitaminas:			
Vitamina A (I.U.)	190	158	191
Vitamina D (I.U.)	1.4	2.0	2.3
Tiamina (mg)	0.017	0.04	0.05
Riboflavina (mg)	0.04	0.18	0.12

2.- Que es una alimento nutraceutico?:

Esta nueva o reciente terminología puede presentar diferentes significados. Sin embargo, la que creo es más clara es la siguiente, un alimento nutraceutico es aquel que influye positivamente en una o más funciones biológicas, mejorando el estado de salud y el bienestar, y reduciendo el riesgo a desarrollar una enfermedad. En ese sentido la leche de cabra ha demostrado el

presentar una gran cantidad de beneficios a la salud y sobre todo aquellos que influyen en uno de los problemas con mayor impacto en la salud humana, que es el famoso síndrome metabólico, obesidad y su asociación con la diabetes, que son una de las principales causa de muerte, por arterioesclerosis, problemas cardiacos etc. Lo cual será referenciado en este trabajo.

La pregunta que me hago es :¿La leche de cabra como tal, sin importar el origen, la raza, el tipo de alimento y el programa de selección puede ser considerada como un alimento funcional o nutraceutico o existen algunos factores que influyen en el enriquecimiento de la leche y en incrementar algunos elementos asociados a este?. En la siguiente imagen se resume lo que se dice de la leche de cabra, lo cual puede o no ser del todo cierto.

Que se dice de la leche de cabra y la salud.

- Es de fácil digestión: El glóbulo de grasa es mas pequeño
- (3mμ vs 8 mμ en vaca).
- Elevada en Calcio y Ácidos grasos pero baja en colesterol.
- Contiene menos proteínas alergénicas que la leche de vaca.
- Causa menos inflamación.
- Puede ser mejor tolerada que la leche de vaca en personas con deficiencias de lactasa.

Por supuesto que algunos de estos factores tales como el de la lactosa pueden no ser tan ciertos debido a que todas las leches contienen lactosa, pero en procesos de transformación que conlleven acidificación microbiana, tales como el yogurt, los quesos, el kéfir, la lactosa se convierte en ácido láctico y deja de ser un problema. Sin embargo se habla una gran cantidad de cosas sobre la leche de cabra , en el trascurso de este trabajo, se hablará de las diferentes formas de considerar la calidad , o al menos de algunas con las que estoy un poco más asociado, tales como composición , sanidad, contenido y tipo de proteína, composición de la grasa y contenido de ácidos grasos en especial de algunos asociados a la salud, contenido de algunos antioxidantes y en general aquellos elementos con los que hemos trabajado en los últimos años.

3.- Calidad desde el punto de vista tecnológico y comercial.

En esta sección hablaremos de la leche de cabra como la materia prima en la producción de queso, yogurt, dulces, kéfir, etc. Desde el punto de vista del

productor, el vendedor de leche y del transformador (artesanal o industrial), considerando la producción y el rendimiento, así como los programas de selección de diversas asociaciones de productores de razas puras.

Muchas veces la visión del productor de leche y del transformador son diferentes, al productor de leche de cabra, es aquel ganadero que solo produce la leche y la vende a un acopiador o un transformador (quesero, productor de yogurt, dulce etc.), este productor de leche carga con la parte más difícil y menos apreciada económicamente de la cadena, ya que una gran parte de los riesgos de la producción lo lleva este, hablamos que desde la crianza, alimentación, ordeño, conservación, gastos de insumos cada vez mayores, mortalidad, enfermedades, etc., para tener como recompensa un producto que representa un alto riesgo y bajo valor en el mercado.

Actualmente es difícil encontrar en el medio caprino, quien ofrezca un precio acorde a los costos de producción, y que se le premie o castigue el precio de la leche por su calidad, en forma general se establecen precios fijos, teniendo variaciones entre $5.00 a $6.50 por litro de leche fría 30 a 35 centavos de dólar, castigando aún más el precio si es leche caliente.

Entonces como productor es importante el volumen de leche producido y si se pagan premios por calidad aún mejor, por lo tanto, iniciaremos discutiendo que elementos intervienen en el rendimiento lechero y en el contenido de sólidos de la leche, y posteriormente se analizará con una visión de transformador, en donde los contenido y la calidad sanitaria e inocuidad son muy importantes para poder ofrecer un producto de calidad y que presente un rendimiento económicamente rentable.

3.1.- Relación entre volumen de producción y rendimiento lechero:

El rendimiento lechero o cantidad de leche producida depende de factores tales como la raza, la alimentación, el manejo reproductivos etc, y del programa o enfoque de selección del productor y asociación de productores.

En los cuadros 2 y 3 se puede observar la producción por lactancia y rendimiento de sólidos en cabras de diversas razas en programas de la ADGA (American Dairy Goat Association, de El programa Frances de selección por medio de reportes de SERCIA FRANCE y de la Federación Española de Asociaciones de Ganaderas (FEAGAS), observándose que en el primer ejemplo, el programa de selección de la ADGA tiene como objetivo primordial la selección por kilogramos de leche producidos, observándose bajos rendimientos de proteína en cabra de raza Saanen, Alpino Francés y Toggemburg y un elevado contenido de sólidos en la raza Nubia, por lo que existen diferencias marcadas entre grupos raciales (Alpino vs Nubia) en volumen y producción y teniendo en consideración que las cabras de raza Nubia presentan una producción de cerca de 200 kg menos de leche que los grupos Alpinos (Saanen, Alpino Francés y Toggemburg) pero mayor producción de grasa y proteína, siendo posible un mayor rendimiento de sólidos por lactancia.

Al comparar estos rendimientos con la producción de cabras Francesas, Alpinas y Saanen, con la misma razas pero de origen Estadounidense, podemos observar que es menor el rendimiento lechero pero mayor el contenido de sólidos en estas, siendo claro que la orientación de la producción y por lo tanto, de la selección en Francia es para mejorar el rendimiento quesero.

En el caso de España se observa que la producción de las diversas razas por lactancia es ligeramente menor (lactancias ajustadas a 210 días), pero los contenidos de solidos totales en especial de grasa y proteína son superiores a las razas Alpinas, lo que podría orientar la calidad así la transformación quesera.

Pero es importante considerar que los dos elementos son importantes, en especial para aquel productor de leche de cabra que además es transformador, considerando que la evaluación de los animales se debe hacer de acuerdo a la cantidad de quesos o producto producido (yogurt, dulce etc) y no del volumen de leche, sin embargo, un animal que presenta una elevada producción puede producir al año más kilogramos de queso al producir mayor cantidad de solidos totales.

Cuadro 2.-Producción y composición de leche de cabra en cabras lecheras de Estados Unidos (Montaldo et al. 2012)

Raza	Leche (kg)	Grasa (kg)	Proteína (kg)	Grasa (%)	Proteína (%)
Alpina	1,060	36	31	3.45	2.93
Nubia	874	42	32	4.77	3.71
Saanen	1,168	40	35	3.44	2.95
Toggenburg	1,045	34	29	3.23	2.80
Todas la razas	1,026	38	32	3.70	3.10

Cuadro 3.-Producción y composición de leche de cabra en cabras lecheras de Francia y España (Montaldo et al. 2012) y (Sercia-France) 2014 y FEAGAS- 2014)

Raza	Número de animales	Producción	Días	Grasa	Proteína
Saanen Francia	350000	996	313	3.55	3.33
Alpina Francia	450000	915	296	3.76	3.47
Murciana-Granadina España		510	210	5.5	3.70
Florida España		700	290	5.06	3.35
Malagueña España		540	210	5.35	3.96
Palmera España		330	210	4.06	4.21

En el cuadro 4 se presenta la composición de la leche de cabra de las tres razas de cabras que manejamos en la posta pecuaria de la Universidad Autónoma de Querétaro, siendo importante la composición de las cabras criollas con cerca de 15% de sólidos totales, lo que le da una gran ventaja en la producción de productos tales como quesos, dulces o yogurt. Sin embargo, es importante analizar la producción total y como se ha mencionado los kilos de leche producidos por cabra durante la lactancia.

Cuadro 4.- Composición de la leche de cabras en Posta Pecuaria Campus Amazcala Universidad Autónoma de Querétaro.

Composición de la leche de cabras de raza *Criollo, Alpino Francés, Nubia.* **g/100 g de leche**.(Muñoz, F y Andrade-Montemayor.2015)

PARÁMETRO	CRIOLLO	ALPINO FRANCÉS	NUBIO	VACA
Grasa	5.09	3.30	4.21	4.80
Densidad	29.27	23.63	27.14	29.34
Lactosa	5.26	4.18	4.86	4.79
Proteína	3.63	2.91	3.37	3.20
Sólidos no grasos	9.69	7.72	8.96	9.60

El rendimiento lechero y el contenido de proteína y grasa por litro de leche se correlacionan en forma negativa.

Sin embargo, a mayor producción de leche puede existir una mayor cantidad de proteína y grasa.

3.- Componentes de la leche asociados a rendimientos queseros y como se pueden mejorar.

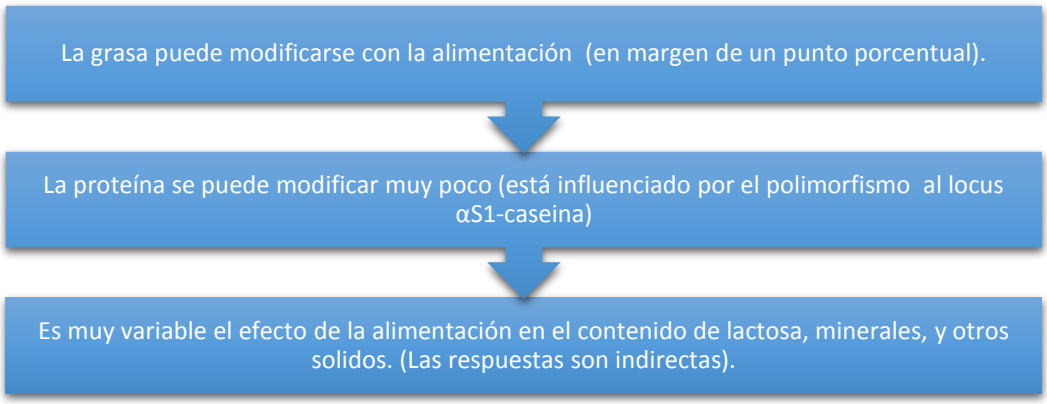
El rendimiento quesero se encuentra directamente relacionado con el contenido de proteína y en especial de proteína coagulable (α S1 y S2), que es lo que se coagula y forma el cuajo, y por otra parte con el contenido de grasa que además le da una mejor calidad y cremosidad al queso.

El contenido de proteína y el tipo de proteína es producto de la selección genética siendo diferente entre razas y dentro de razas, por lo que esto puede ser modificado por medio de programas de selección, en cuanto a la alimentación es posible modificar ligeramente su contenido, principalmente si este es inferior al potencial del individuo y la reducción es producto de una subalimentación, o alimentos que puedan reducir la disponibilidad de proteína de origen microbiano ruminal.

El contenido de **grasa** puede ser modificado por medio de selección genética, lo cual requiere tiempo e información clara de un programa de control de producción, que contemple la medición de los contenidos de la leche, y una población lo suficientemente grande y variable para poder realizar esta modificación en forma adecuada. Sin embargo, por medio de la alimentación podemos hacer una modificación cercana a un punto porcentual, pero aún más importante podemos modificar el patrón de ácidos grasos, y mejor la calidad nutraceutica.

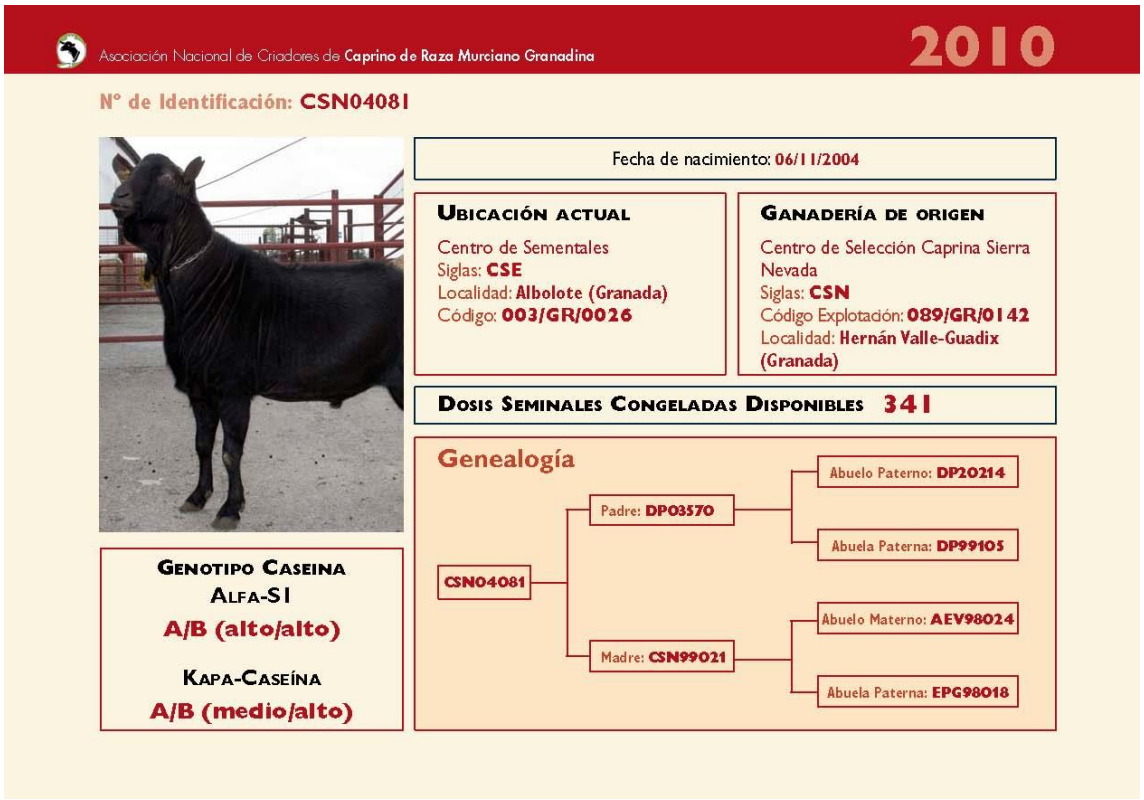
En cuanto al contenido de **proteína** está se puede modificar por medio de programas de selección genética lo cual como se mencionó con anterioridad, al igual que la grasa, requiere de tiempo, un programa adecuado en cuanto a población a evaluar y que existe una variabilidad suficiente en la que se cuente con animales dentro de la misma raza que presente un contenido superior a la población, en cuanto a modificarla por medio de la alimentación se puede esperar una respuesta muy pobre.

Sin embargo, el contenido de lactosa, minerales y otros sólidos las respuestas con sumamente variables.



En la figura 1, podemos observar un ejemplo de caracterización de un semental de raza Murciano Granadina de la asociación Caprigran de Granada España, en donde se puede observar el genotipo mejorador en cuanto al tipo de Caseínas, lo cual tiene que ver con el rendimientos queseros y calidad de la proteína.

Figura 1.- Ejemplo de catálogo de sementales disponibles (Murciano-Granadino, Caprigran) en donde se observan características mejoradoras de este semental en cuanto al genotipo caseína alfa S1 y Kapa Caseína.



En el siguiente cuadro se puede observar los cambios y características en la composición de le leche de cabras de raza Nubia y Alpinas en sistema de pastoreo, observandose como la composición de grasa y proteína es diferente en cada raza y solo se modifica el contenido de grasa mas no de proteína, por lo tanto, tanto el factor raza y selección genetica como la alimentación durante el año influyen en las características de la leche y por lo tanto en el rendimiento.

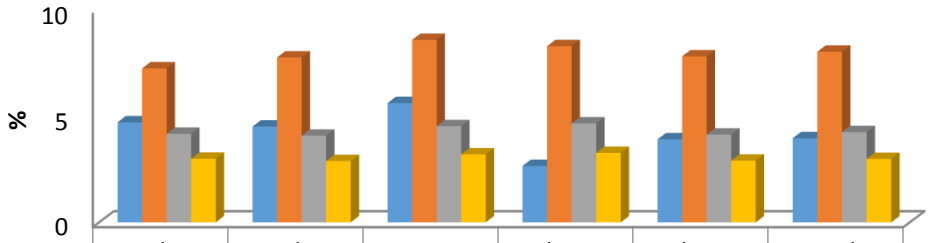
Cuadro 5 cambios en la composición de la leche de cabras Alpinas y Nubias manejadas en sistemas de pastoreo, efecto de la modificación del pastoreo durante el año.

Cambio en la composición de la leche (%) de cabras Alpino y Nubias durante la lactancia (Soryal, 2005)

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Alpina						
Grasa %	$2.7^{b} \pm 0.3$	$2.7^{b} \pm 0.1$	$2.6^{b} \pm 0.03$	$2.6^{b} \pm 0.1$	$2.8^{b} \pm 0.4$	$3.1^{a} \pm 0.2$
Proteina total	$2.4^{b} \pm 0.3$	$2.5^{b} \pm 0.5$	$2.5^{b} \pm 0.2$	$2.5^{b} \pm 0.2$	$2.5^{b} \pm 0.1$	$2.8^{a} \pm 0.02$
Caseina	$2.1^{ab} \pm 0.3$	$2.2^{ab} \pm 0.6$	$1.8^{b} \pm 0.4$	$2.3^{ab} \pm 0.2$	$2.2^{ab} \pm 0.1$	$2.6^{a} \pm 0.05$
Solidos totales	$9.5^{bc} \pm 1.1$	$10.2^{ab} \pm 0.9$	$9.0^{c} \pm 0.2$	$9.8^{ab} \pm 0.2$	$10.3^{a} \pm 0.6$	$10.9^{a} \pm 0.01$
Nubia						
Grasa	$4.4^{ab} \pm 0.2$	$4.2^{b} \pm 0.8$	$4.0^{b} \pm 0.4$	$4.1^{b} \pm 0.9$	$4.8^{a} \pm 0.8$	$4.8^{a} \pm 0.5$
Proteína total	$3.9^{ab} \pm 0.3$	$3.5^{b} \pm 0.4$	$3.5^{b} \pm 0.4$	$4.1^{ab} \pm 0.2$	$3.8^{ab} \pm 0.3$	$4.5^{a} \pm 0.2$
Caseina	$3.6^{ab} \pm 0.3$	$3.1^{b} \pm 0.4$	$3.1^{b} \pm 0.3$	$3.7^{ab} \pm 0.2$	$3.4^{b} \pm 0.2$	$4.0^{a} \pm 0.2$
Solidos totales	$13.2^{bc} \pm 0.5$	$13.0^{c} \pm 1.0$	$12.7^{c} \pm 0.2$	$13.3^{bc} \pm 1.3$	13	

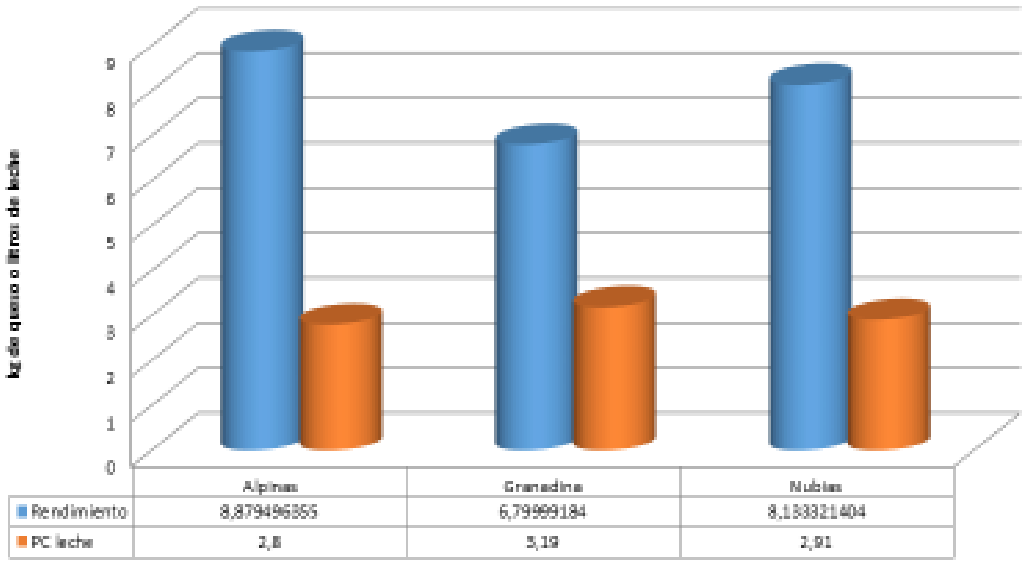
Un efecto similar observamos en la respuesta de que presentaron cabras de raza Alpina, Nubia y Criolla Negra, evaluando el manejo en pastoreo y en estabulación

Cuadro 5.- Composición de la leche de acuerdo a la raza y el sistema (pastoreo vs estabulado) Andrade-Montemayor H 2013



	Nubia Pastoreo	Nubia Estabulada	Murciana	Alpino Chamoise Pastoreo	Alpino Americana Estabulada	Mezclas
Grasa%	4.7	4.5	5.6	2.65	3.9	3.95
SNG%	7.22	7.73	8.55	8.26	7.78	8
Lactosa	4.16	4.07	4.52	4.65	4.12	4.24
Proteína	2.99	2.88	3.19	3.26	2.9	2.98

En la siguiente grafica se muestra el rendimiento quesero (expresado como litros de leche por kilo de queso, en quesos de pasta prensada de acuerdo al contenido proteico de la leche de cabras Alpinas, Criollas Negras y Nubias, los resultados son de nuestra posta experimental (Campus Amazcala UAQ).



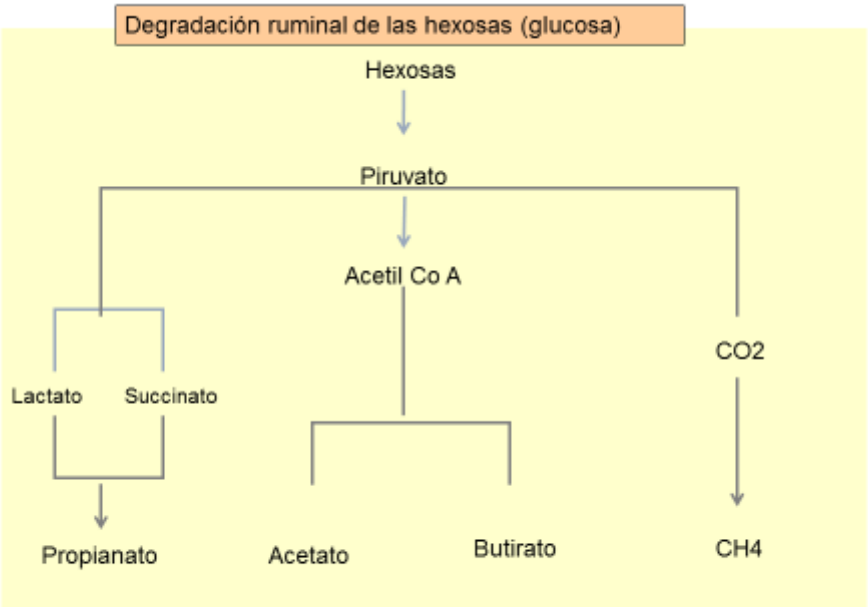
4.- Efecto de la alimentación y síntesis de precursores de grasa y lactosa en el Rumen.

En la figura 2, se presenta la forma en que la celulosa o la glucosa (a partir de almidón u otros componentes) son degradados y por medio de la fermentación microbiana se producen ácidos grasos como el Acético, Butírico y Propiónico. Siendo estos dos primeros los precursores de una parte importante de la grasa de la leche y el propiónico de la glucosa de la cual proviene gran parte de la lactosa.

El conocer que pasa en el rumen con el alimento es muy importante, ya que de más del 60% de los alimentos consumidos por la cabra se degradan por medio de acción de los microorganismos (bacterias, protozoarios y levaduras) en el rumen y a partir de esta degradación son utilizados por estos como alimento, y se tienen como producto de la fermentación microbiana ácidos grasos volátiles (propiónico, acético y butírico) que se convierten en la principal fuente de energía para el animal, siendo el acético y butírico fuente de carbonos en la

síntesis de grasa en la leche , principalmente son precursores de ácidos grasos de cadena corta y media, y el propiónico es el único ácido graso precursor de glucosa de los sintetizados en el rumen, por otra parte el 60 a 70% de la proteína y nitrógeno consumido son utilizados como fuente de nitrógeno para los microorganismos, que posteriormente se convierten en la principal fuente de proteína para el animal, otra parte ,del alimento no se degrada (30 a 40%) y pasa integro al intestino proporcionando glucosa y proteína a animal.

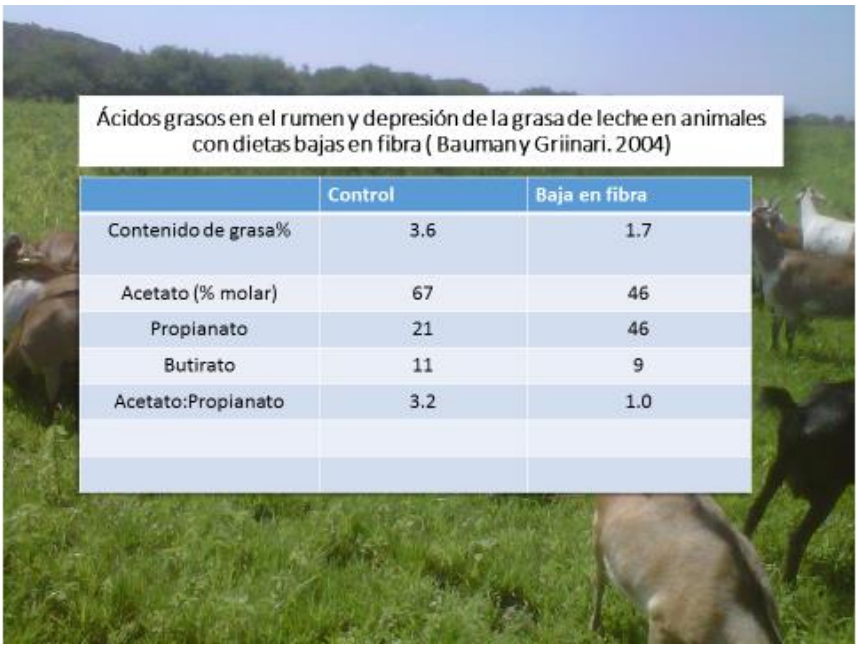
Figura 2. Degradación de Celulosas y glucosa (Hexosas) en el rumen y síntesis de precursores de glucosa y lactosa (propiónico) y grasa en la leche (acético y butírico).



El rumiante por su origen es un animal en el que la principal fuente de alimento es el forraje y para eso existe el rumen y los microorganismos que pueden utilizar y convertir los carbohidratos estructurales o fibrosos tales como la celulosa y hemicelulosa, ácidos grasos utilizables por este. Sin embargo, el forraje no es capaz de aportar la suficiente energía para cubrir las necesidades de los animales actuales debido a la elevada producción y limitado consumo, para lo cual utilizamos concentrados, los cuales están formados principalmente por cereales tales como maíz, avena, cebada, sorgo, los cuales aportan almidón con diversos grados de degradación y que durante la fermentación toman la ruta del ácido láctico para la síntesis de ácido propiónico, con menor síntesis de ácidos acético y butírico y por lo tanto, menor síntesis de grasa. Pero incrementando la síntesis de lactosa que permite un mayor paso de agua al alveolo de la ubre y por lo tanto una leche con mayor cantidad de agua y menos sólidos, pero con mayor volumen.

Por su parte, al alimentar con forrajes de buena calidad la síntesis de ácido acético y butírico se incrementa y por lo tanto, se puede incrementar la síntesis de grasa, siendo limitada solo por el potencial genético del animal, así en cabras de raza Nubia el contenido de grasa en la leche es de 4.5 a 5%, mientras que en Saanen de 3.2 a 3.5%. En la figura 3 se presenta el efecto del consumo de elevadas cantidades de granos en la ración de caprinos teniendo como efecto el incremento en la síntesis de propiónico y la disminución en la acético, teniendo como resultado la reducción en la síntesis de grasa en la leche como se ha mencionado con anterioridad.

Figura 3: Efecto del consumo de raciones con elevado contenido de forraje (fibras largas) o con contenido de granos superior al 60%



Ácidos grasos en el rumen y depresión de la grasa de leche en animales con dietas bajas en fibra (Bauman y Griinari. 2004)

	Control	Baja en fibra
Contenido de grasa%	3.6	1.7
Acetato (% molar)	67	46
Propianato	21	46
Butirato	11	9
Acetato:Propianato	3.2	1.0

A continuación se presentan algunos de los factores que pueden afectar el contenido de grasa en la leche.

Factores que afectan el contenido de grasa en la leche

1.-Concentración, consumo y fuente de carbohidratos no fibrosos. (Mayor cantidad de concentrado en la ración menor contenido de grasa, la alimentación con concentrado

2.- Tamaño de partícula del alimento y de la fibra. (El incremento en el tamaño de partícula de 2,38 a 3,87 mm incrementó la masticación, insalivación y contenido de grasa en la leche (Lu et al.1987)

3.- Uso de probióticos (Levaduras) : Durante las primeras seis semana después del parto, incremento el contenido de grasa y la eficiencia de energía y con 6 g de levadura por día mejoro el contenido de grasa en la leche (Giger-Reverdin et al. 1996).

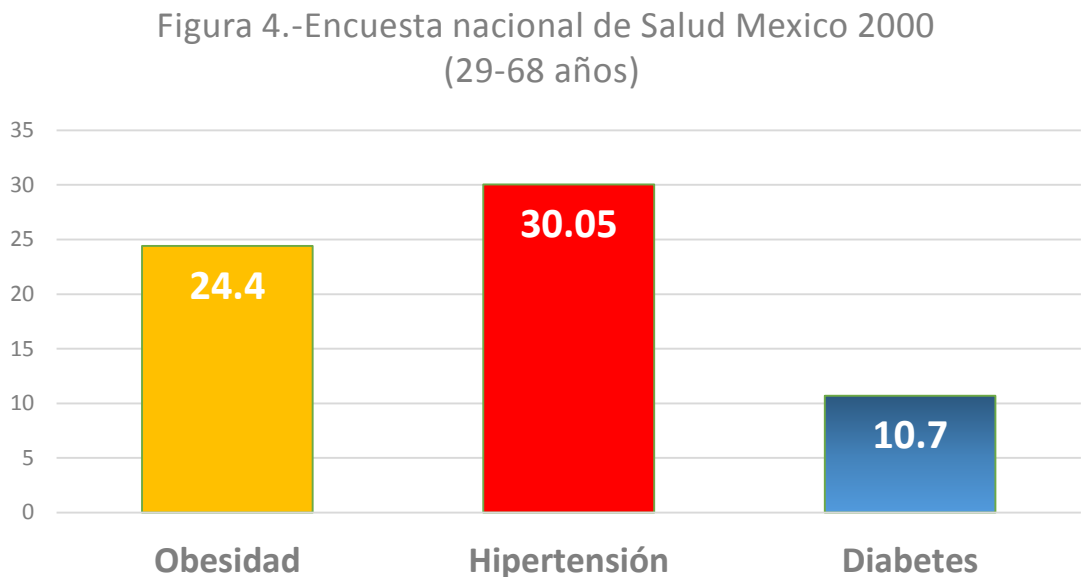
4.- Composición de los Ácidos grasos de la ración : El uso de grasa protegida puede incrementar el contenido y eficiencia energética de la ración (Chilliard et al. 2003)

5.- La leche de cabra como alimento funcional o nutraceutíco.

¿Qué es un alimento nutraceutico?

- Es aquel que influye positivamente en una o más funciones biológicas, mejorando el estado de salud y el bienestar, y reduciendo el riesgo a desarrollar una enfermedad (Yangilar, 2013)

Como se muestra en la figura 4 los principales problemas de salud en nuestro país y en la población económicamente activa (28-68 años) son los relacionados con lo que comemos y estos son obesidad, hipertensión y diabetes, siendo estos dos últimos consecuencia de la obesidad (que comemos y como comemos), y además son los que representan el mayor índice de mortalidad.



Un aumento de la ingesta de grasa saturada es una de las principales causas

La composición de la grasa de la leche es dependiente de factores genéticos, de especie y raciales, pero puede modificarse por la alimentación, incrementando el contenido de ácidos grasos benéficos como los omega 3.

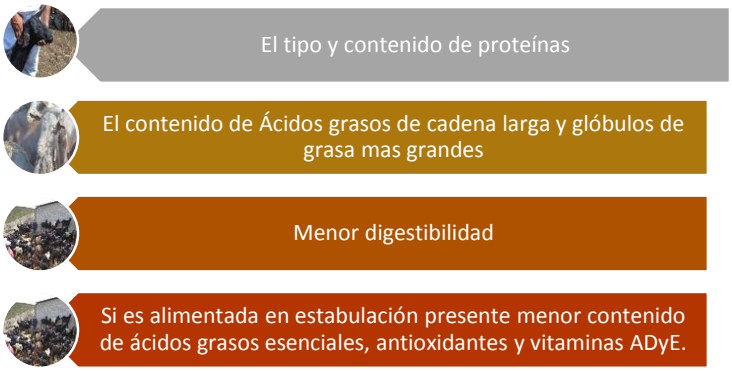
- La composición de ácidos grasos de cadena corta y media (60 al 80%) dependen de la síntesis en la ubre y provienen de Acético y Butírico, y la biohidrogenación en el rumen, así como se derivan de las grasa corporales (NEFAs), pero los de cadena mayor a 16 Carbonos provienen de la alimentación y presentan modificaciones en el rumen.

De acuerdo a Valenzuela, A y Sanhueza, C (2013), el beneficio del consumo de ácido omega 3 y sus derivados EPA (ácido eicosapentanoico) y DHA (ácido docosahexanoico), se encuentra en que el EPA presenta las siguientes funciones : hipotrigliceronemico, hipocelesteroneico, antitrombotico, antiinflamatori e hipotensor.

Y el DHA incrementa la fluidez de las membrana neuronales, gliales, de conos, disminuye la apoptosis neuronal, facilita el reciclaje de neurotransmisores, regula la expresión de enzimas involucradas en el metabolismo de lípidos y regula le expresión de enzimas involucradas en el metabolismo de lípidos, disminuye la resistencia a la insulina con el tejido periférico.

La leche de cabra representa del 2 al 4 % del consumo de leche en nuestro país, siendo consumida principalmente en forma de quesos y dulces, y muy poca fluida. Sin embargo, la leche de vaca representa la principal fuente de leche consumida en forma líquida, en los últimos años se han observado incrementos en alergias a la leche de vaca así como problemas de intolerancia a la lactosa, la leche de vaca presenta diferencia en el contenido de sólidos totales, pero aún más importante en el tipo de proteína (posiblemente principal causante de las alergias) y en el contenido y tipo de ácidos grasos así como un glóbulo de grasa superior al de la cabra, por lo que en ese sentido la leche de cabra puede ser un alimento utilizado con fines de tipo nutraceutico al presentar proteínas hipo alergénicas, glóbulos de grasa de menor tamaño y por lo tanto, una grasa con mayor facilidad para su digestión y un mayor contenido de ácidos grasos de cadena corta, y poliinsaturados, lo cual es influenciado por la alimentación.

En forma general la leche de vaca podría presentar algunos problemas en personas sensibles o con problemas de rechazo o alergia a la proteína de esta especie (actualmente se está presentando con mayor frecuencia en niños y personas de la tercera edad), a personas con problemas de colesterol en especial si se toma en cantidades elevadas, podría presentar problemas de digestión por el glóbulo de grasa, y en comparación con la leche de cabra en especial de animales en pastoreo, presenta un menor contenido de ácidos grasos esenciales (oleico, linoleico y linoleico) antioxidantes y vitaminas A y E.



La leche de cabra y en especial en animales en pastoreo ha demostrado ser un alimento con característica especiales, al presentar un mayor valor antioxidantes por su elevado contenido de flavonoides y fenoles, los cuales pasan la leche y al queso, y provienen de alimentos que consumen las cabras en pastoreo, tales como algunas arbustivas y leguminosas como los huizaches (*Acacia farneciana*) el mezquite (*Prosopis spp*) y la gran variedad de plantas que puede consumir la cabra debido a sus hábitos de consumo y la capacidad de ramonear. De esa manera en el cuadro 6 se muestra los resultados que hemos obtenido en cuanto a la composición de compuestos fenólicos (como Acido gálico). En el comparamos leche de cabras que se encontraban en pastoreo en un agostadero de la región semiárida de Querétaro, comparándolo con animales en estabulación que solo recibían alfalfa, ensilado de maíz y concentrados.

Cuadro 6.-Compuestos Fenólicos en leche de cabra y suero de cabra de acuerdo al sistema de manejo (Pastoreo vs Estabulación) de acuerdo al procesamiento. (Velázquez, De la Torre y Andrade-Montemayor,2013)

MgEAG/l			
Leche de pastoreo cruda	113.58±0.15	Suero de pastoreo cruda	75.53±0.01
Leche de estabulación cruda	77.77±0.06	Suero de estabulación cruda	51.11±0.01
Leche de pastoreo pasteurizada	79.76±1.2	Suero de pastoreo pasteurizada	50.69±0.38
Leche de estabulación pasteurizada	41.48±0.70	Suero de estabulación pasteurizada	33.77±0.18

Por lo tanto la alimentación y la variedad de forrajes que consuman los animales influyen en el contenido de ácidos grasos esenciales, antioxidantes y terpenos, todos estos asociados a la salud

En el cuadro 7 se conjuga la información de diversos autores en la que se compara el contenido de Vitaminas (A y E), terpenos y colesterol, comparando leche de animales en pastoreo en zonas naturales con amplia variación de plantas con leche de animales en los que solo recibieron forrajes de corte como alfalfa y concentrados en estabulación, teniendo como resultado un menor contenido de Vitaminas y Terpenos en la leche de animales estabulados y un mayor contenido de Colesterol.

Cuadro 7.- Efecto del uso del pastoreo en regiones con variedad importante de plantas como principal fuente de alimentación vs estabulación en el contenido de Vitamina (A, E), terpenos y colesterol)

El sistema de alimentación, La estación del año y la composición de la ración influyen en el contenido de Vitaminas, Terpenos, Fenoles etc...

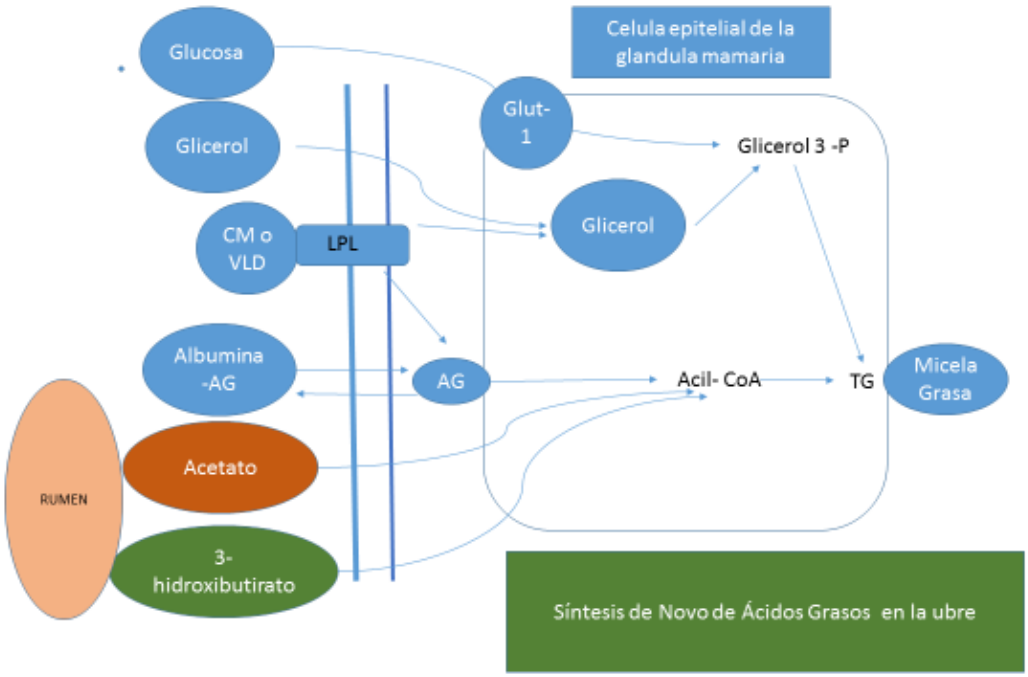
Referencia	Galina and Haenlein (2004)		Fedele et al., 2004a and Fedele et al., 2004b, Rubino et al. (2000)		Pizzoferrato et al. (2000)		Pizzoferrato et al. (2000)		Pizzoferrato et al. (2000)	
	Estabulado	Pastoreo	Estabulado	Pastoreo	Estabulado	Pastoreo	Estabulado	Pastoreo	Estabulado	Pastoreo
Vitaminas										
Retinol (µg/100 g)			498	610						
α-Tocopherol (µ/100 g)	90	120	644a	941b	970a	1173b	640a	851b	645a	932b
Terpenes (µg/kg)										
Mono-terpenes										
Primavera	70	380	77a	343b						
Verano	210	480	234a	451b						
Sesqui-terpenes										
Primavera	80	500								
Verano	750	1200								
Lipidos										
Colesterol										

6.- Síntesis de grasa y composición de los acidos grasos de la leche de cabra.

El origen de los ácidos grasos que forma la leche de cabra es en una proporción elevada de ***síntesis*** *de novo* , considerando a la ubre como un elemento separado del cuerpo del animal e independiente, la cual produce los componentes tales como proteínas, grasas y lactosa, por lo tanto, toma una parte importante de los derivados de la fermentación ruminal (Acetato y Buitirato) y para a partir de estos iniciar la síntesis de al menos la mitad de los ácidos grasos, así el β Hidroxibutirato aporta los primeros 4 carbonos de la ácidos sintetizados de *novo* en la ubre. Otra parte proviene de la movilización y lipolisis de ácidos grasos corporales y el resto en especial los de cadena mayor a 16 carbonos provienen de los alimentos consumidos, por lo tanto es posible realizar una modificación en especial de ácidos grasos de cadena larga por medio del alimento.,

En la figura 4 se presenta esquemáticamente el proceso de síntesis de *novo* de grasa de leche de cabra a partir de precursores, como acetato, butirato, glicerol, lipoproteína de baja densidad

Figura 4.- Esquema de procesos de síntesis de grasa en la leche de cabra (Chilliard et al.2000)



De acuerdo a lo anterior desarrollamos un proyecto en el cual se evaluó, el uso de Nopal (*Opuntia ficus indica var. Copena*) y/o de vaina de Mezquite (*Prosopis laevigata*), en la alimentación de cabras Alpino Francés de alta producción (2.8 a 3.5 kilos de leche en un ordeña) ofreciendo 4 raciones, la primera fue una ración control en la que solo se utilizaron lo que se ofrece en forma rutinaria (concentrado con 19% de proteína, alfalfa y ensilado de maíz), la segunda dieta fue el 80% de la materia seca de la ración control y 20% de la materia seca como nopal, la tercer ración se ofreció el 80% de la ración control y 20% de la materia seca de vaina de mezquite molida y en la cuarta ración se ofreció el 60% de la ración control y 20% de la materia seca de nopal y el 20% restante fue de vaina de mezquite molida.

Los resultados se muestran en el cuadro 8 y 9, en el primero observamos que no se presentaron diferencias ($P<0.05$) en la producción y composición de la leche, con excepción de un ligero cambio en el contenido de proteína. Sin

embargo (cuadro 9) en la composición y perfil de ácidos grasos de la leche se presentaron diferencias, favoreciendo en la menor producción de grasa saturadas a la dieta con mezquite, así como en omega3, y en el incremento en el contenido de grasas mono y polinsaturadas a la dieta con la combinación de mezquite y nopal.

Cuadro 8. Efecto del uso de nopal y mezquite en la producción y composición de la leche de cabra. (Rojas, L., Villagrana, A. Andrade-Montemayor, H. 2016)

Variable	CONTROL	N[1]	VM[2]	VM + N[3]	EEM±[4]	P[5]
Producción de leche y contenido						
Leche Producida (Lt)	2.794	2.820	2.685	2.693	0.053	0.155
Grasa%	3.234	3.197	3.135	3.143	0.051	0.464
Lactosa%	4.529	4.319	4.366	4.299	0.086	0.210
Proteína%	3.035a	3.007ab	3.025ab	2.987b	0.013	0.055
SNG%	8.063	7.990	7.970	7.943	0.038	0.144
Solidos Totales%	11.296	11.187	11.105	11.086	0.077	0.188
Kg de Leche por Kg de peso	0.061	0.061	0.059	0.058	0.001	0.235
Kg Leche ^0.75	0.158	0.159	0.154	0.152	0.003	0.258

* P= NS: P>0.05, *: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001. 2EEM±= Error estándar de la media. a, b, c y d letras en la misma línea son diferentes estadísticamente. N: nopal, VM: Vaina mezquite, VM+N: Vaina de mezquite + Nopal.

Cuadro 9. Efecto del uso de nopal y mezquite en el perfil de ácidos grasos en la leche de cabra

Variable	CONTROL	N1	VM2	VM + N3	EEM±4	P5
Grasa Saturada gr/lt	24.590b	24.240b	21.988a	25.480c	0.117	0.000
Grasa Monoinsaturada gr/lt	6.570b	6.957c	6.228a	7.064c	0.036	0.000
Grasa Poliinsaturada gr/lt	1.880b	1.847b	1.738a	2.000c	0.017	0.000
Oleico	6.262b	6.606c	5.967a	6.808d	0.037	0.000
Linoleico Omega-6	1.177b	1.164b	1.069a	1.277c	0.011	0.000
Linolénico Omega-3	0.224ab	0.219a	0.232b	0.216a	0.003	0.001
Relación linoleico/linolénico	5.254	5.315	4.607	5.912		

* P= NS: P>0.05, *: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001. 2EEM±= Error estándar de la media. a, b, c y d letras en la misma línea son diferentes estadísticamente. N: nopal, VM: Vaina mezquite, VM+N: Vaina de mezquite + Nopal.

Por último, en esta sección se presenta el cuadro 10 en el que se analizó el efecto del uso de aceites vegetales y semillas de oleaginosas, como es el caso del girasol, lupino y soya, en la composición y perfil de ácidos grasos de la leche de cabra, observando un incremento en el contenido graso de la leche, disminución de ácidos grasos saturados y de cadena corta, pero incremento en el ácido linoleico conjugado, el cual presenta efectos interesante, en la reducción de colestrol, prevención de arteriosclerosis y de problemas cardiacos, disminución en la obesidad, prevención de algunos tipos de cáncer, y de diabetes.

Cuadro 10.Contenido de grasa y su composición (Chilliard y Ferlay,2004)

	Control	Aceite de Girasol	Semilla de girasol	Semilla de Lupino	Soya (frijol)
Producción (kg/d)	2.86	3.15	3.11	3.16	3.37
Contenido de grasa (g/kg)	25.5	30.7	31.3	29.2	29.6
Acidos grasos (C4+C6+C8)	7.9	7.7	6.9	7.4	7.1
C16:0	25.8	18.2	18.7	19.4	19.6
C18:1c9	19.1	20.8	23.9	27.4	26.3

7.- Perfil proteico de la leche de cabra y su efecto en la salud.

Uno de los elementos que recientemente se ha estudiado, es el incremento en los casos de alergia a la leche de vaca, considerándose que este se debe al perfil proteico que presenta este tipo de leche. Como se mencionó con anterioridad la cantidad y perfil proteico en la leche es específico de especie, y dentro de cada especie, se encuentran variaciones raciales, por lo tanto, si se busca un sustituto a la leche materna en alimentación para niños, esta leche debe al menos presentar características similares en composición y perfil proteico. Se sabe que la leche de mujer no presenta α S1 y S2 caseína, y estos es una de las posibles causas de alergia a la leche de vaca, ya que presenta una elevada cantidad de estas proteínas, contrario a la leche de cabra con un bajo contenido de α caseínas.

Factores que influyen en el contenido y tipo de proteína en la leche

A.- Cada raza y especie presenta características propias, en cantidad y tipo de proteína.

B.- La alimentación influye poco en la cantidad de proteína pero no en el tipo de proteína de la leche.

C.- El programa de selección de cada asociación especializada puede orientar la selección a la (Resultados a largo plazo)

D.- La alergia a la leche es debida a la presencia de proteínas no contenidas en la leche de mujer y con alto contenido de la leche de vaca

Proteína de le leche y alergia

2-3% de la población infantil puede presentar alergia a la leche de vaca (Diarreas, problemas de piel, respiratorios)

Proteínas de la leche

La leche de vaca es rica en αs1-caseína (36-40%), mientras que β–caseína es más frecuente en la leche de cabra con un 48-60% del total de caseínas

Caseínas	Suero
αs1-caseína	α-lactoalbúmina
αs2-caseína	β-lactoglobulina
β-caseína	Albúmina sérica
κ-caseína	Inmunoglobulina
	Lactoferrina
	Lisozima

En el cuadro 11 podemos observar el perfil de proteínas de cabras de raza Alpino, Nubio y Criollo y se compara con el perfil proteico de la leche de vacas Holstein, observando que en forma general al α caseínas es de entre 17 a 19% en caprinos, sin embargo en vacas es del 41%, además entre razas se encuentran diferencias la que presenta menor contenido es la criolla, seguido de la Alpina y por último la Nubia, por otra parte, la β caseína es superior en los caprinos, y la k-caseína es menor en caprinos

Cuadro 11.- Perfil de proteínas en leche de cabra de tres razas en comparación con leche de vaca (Muñoz, F., Andrade-Montemayor, H.2016)

Proteína	Peso molecular (kDa)	Porcentaje			
		Alpino Francés	*Nubio*	*Criollo*	*Holstein*
Lactoferrina	79	1.8	1.9	2.1	1.4
Seroalbúmina	69	2.9	3.9	4.2	2.3
Inmunoglobulinas	60	1.7	2.4	2.8	1.3
α-caseína	25	19.1	21.4	17.2	41.7
β-caseína	23	49.5	47.6	46.7	27.4
κ-caseína	19	1.3	1.5	4.5	8.8
β-lactoglobulina	18	16.8	13.5	16.6	14.2
α-lactoalbúmina	14	6.8	7.8	5.9	3.0
Proteínas del suero		30.0	29.5	31.6	22.2
Caseínas		70.0	70.5	68.4	77.9

CONCLUSIONES:

-Hablar de calidad en la es muy amplio, ya que dependerá del uso que se tenga, si es para transformación el contenido de solidos totales y en especial el contenido de proteína y grasa son muy importantes, pero estos son contrarios a la producción, por lo que es importante evaluar a los animales en relación a la cantidad de sólidos totales producidos por año.

-En todos los casos la calidad sanitaria e inocuidad es muy importante , por lo que en cada procesos desde la salud de los animales, la limpieza en la ordeña, el manejo adecuado de la maquinaria, el enfriamiento y el transporte influyen en la inocuidad y calidad sanitaria, así como los procesos utilizados en su transformación.

-La leche de cabra además se puede considerar como un alimento funcional y nutraceutico.

-El contenido y perfil de ácidos grasos y por lo tanto, su asociación con la salud cardiovascular, dependen de la especie, y en forma muy importante de la alimentación, animales pastoreando en agostaderos con diversidad en poblaciones vegetales, producen una leche con mayor

contenido de ácidos grasos esenciales y que se relacionan a la salud (omega 3).

-El contenido de proteína y tipo de proteína es dependiente principalmente de la especie y selección genética, por lo que la leche de cabra entre otras cosas presenta un perfil de proteínas que es hipo alergénico.

-Entre otros elementos, la leche de cabras alimentadas en agostaderos naturales con gran variedad de leguminosas, arbustivas y hiervas, presentan un mayor contenido de compuestos antioxidantes, como fenoles y flavonoides, vitaminas E y A, y terpenos además de compuestos aromáticos que le dan a la leche sabores y características especiales.

Bibliografía

Carrero, J.l. Bautista-Martin, J. Baró, J., Fonollá, J., Jiménez.J. Boza. López-Huertas. E.2006. Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alrtenativas para incrementar la ingesta. Nut. Hosp. (1) 63-89

Chilliard, Y., Ferlay.,A., Manshbridge, R., Doreau, M. 2000. Ruminant milk fat plasticity: nitritional control of sturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. Ann.Zootech: 49. 181-205..

Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel J., Doreau.M. 2007. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 109 : 828-956.

Chilliard, Y., Felay, A., Rouel, J., and Lambere.G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. J. Dairy, Sci. 86:1751-1770.

Kopan, D. y Komprej, A. 2012. The effect of fatty Acids in Coat Milk on Health. Intech

YANGILAR F.2013. As a Potentially Functional Food: Goats' Milk and Products. Journal of Food and Nutrition Research, Vol 1 (4): 68-81