



## MÁSTER EN PRODUCCIÓN ANIMAL

# **Efecto de la incorporación de pulpa de naranja en la dieta de cabras lecheras sobre la producción, composición de la leche y rendimiento quesero**

Trabajo Fin de Máster

Valencia, Septiembre 2013

**María Jesús Domínguez Gómez**

Director/es

Martín Rodríguez García

## Resumen

En este trabajo se ha evaluado el efecto de la inclusión de pulpa de naranja en la dieta de cabras lecheras sobre la producción, composición de la leche, RCS y su rendimiento quesero. Para ello se formularon dos dietas, una de ellas (dieta control) estaba compuesta por heno de alfalfa, paja de cebada y un pienso comercial. En la otra dieta (pulpa) se incluyeron 2,5 kg de pulpa de naranja y se ajustó el aporte de concentrados para que ambas dietas fuesen isoenergéticas e isoproteicas.

El estudio se llevó a cabo con veinticuatro cabras de la raza Murciano Granadina (en mitad de su lactación) que fueron divididas en dos grupos homogéneos en sus características productivas durante un periodo pre-experimental de 7 días.

El diseño experimental consistió en un cuadro latino 2x2, en el que las dos dietas fueron ensayadas durante dos periodos consecutivos de 21 días cada uno. Inicialmente, cada dieta fue asignada de forma aleatoria a un grupo de animales durante el primer periodo. Posteriormente, en el segundo periodo se intercambiaron las dietas a los dos grupos.

En cada periodo, se consideró una etapa de adaptación de los animales a las dietas de 10 días y a continuación se realizaron controles de producción, composición y RCS en leche. Al finalizar los dos periodos de 21 días se realizaron fabricaciones de queso con la leche procedente de cada dieta. Se comprobó que la incorporación de pulpa en la dieta aumentó significativamente ( $P < 0,001$ ) el contenido en grasa y extracto seco de la leche, ( $4,66 \pm 0,05\%$  vs  $5,13 \pm 0,05\%$  para la grasa y  $13,59 \pm 0,05\%$  vs  $14,06 \pm 0,05\%$  para el ES en las dietas control y pulpa, respectivamente), pero no afectó a la producción, a los contenidos en proteína y lactosa, al RCS y al rendimiento quesero.

## **Abstract**

This study evaluated the effect of the inclusion of orange pulp in the diet of dairy goats on production, milk composition, cheese yield and RCS. For this, two diets were made, one of them (control diet) consisted of alfalfa hay, barley straw and commercial feed. In the other diet (pulp) were included 2.5 kg of orange pulp and adjusted input concentrates both diets were isocaloric and isoproteic.

The study was conducted with twenty goats Murciano Granadina (in mid-lactation) were distributed into two homogeneous groups in their productive characteristics.

The experimental design consisted of a 2x2 latin square, wherein the two diets were tested during two consecutive periods of 21 days each. Initially, each diet was randomly assigned to a group of animals during the first period. Later in the second period diets were exchanged between the two groups.

It was considered a stage adaptation of animals to the diets of 10 days and then made production controls on milk composition and SCC. At the end of each period were made of cheese manufacturing milk from each diet. Found that the addition of pulp in the diet significantly ( $P < 0.001$ ) and fat content of the milk solids, ( $4.66 \pm 0.05\%$  vs  $5.13 \pm 0.05\%$  for fat and  $13.59 \pm 0.05\%$  vs  $14.06 \pm 0.05\%$  for the ES in control diet and pulp, respectively) but did not affect the production, content of protein and lactose, and, RCS and cheese yield.

## Resum

En este treball s'ha avaluat l'efecte de la inclusió de polpa de taronja en la dieta de cabres lleteres sobre la producció, composició de la llet, RCS i el seu rendiment formatger. Per a això es van formular dos dietes, una d'elles (dieta control) estava composta per fenc d'alfals, palla d'ordi i un pinso comercial. En l'altra dieta (polpa) es van incloure 2,5 kg de polpa de taronja i es va ajustar l'aportació de concentrats perquè ambdós dietes anessen isoenergéticas i isoproteicas

L'estudi es va dur a terme amb vint-i-quatre cabres de la raça Murcià Granadina (en mitat de la seua lactació) que van ser dividides en dos grups homogenis en les seues característiques productives.

El disseny experimental va consistir en un quadro llatí 2x2, en el que les dos dietes van ser assajades durant dos períodes consecutius de 21 dies cada u. Inicialment, cada dieta va ser assignada de forma aleatòria a un grup d'animals durant el primer període. Posteriorment, en el segon període es van intercanviar les dietes als dos grups.

Es va considerar una etapa d'adaptació dels animals a les dietes de 10 dies i a continuació es van realitzar controls de producció, composició i RCS en llet. Al finalitzar cada període es van realitzar fabricacions de formatge amb la llet procedent de cada dieta

Es va comprovar que la incorporació de polpa en la dieta va augmentar significativament ( $P < 0,001$ ) el contingut en greix i extracte sec de la llet, ( $4,66 \pm 0,05\%$  vs  $5,13 \pm 0,05\%$  per al greix y  $13,59 \pm 0,05\%$  vs  $14,06 \pm 0,05\%$  per a l'ES en las dietes control y pulpa, respectivament), però no va afectar la producció, als continguts en proteïna i lactosa, al RCS i al rendiment formatger.

## Índice:

### Contenidos:

1. Introducción	7
1.1. Producción de cítricos en la Comunidad Valenciana	7
1.2. La pulpa de cítricos como subproducto en la alimentación	8
1.3. Dietas elaboradas con pulpa. Investigaciones previas	9
2. Objetivo	10
3. Materiales y métodos	11
3.1. Dietas	13
3.2. Diseño experimental. Base de animales	15
3.3. Recogida de muestras y determinación de leche	16
4. Análisis estadístico	18
5. Resultados y discusión	19
6. Conclusiones	22
7. Referencias	23

**Tablas:**

Tabla 1. Composición química de los alimentos.	14
Tabla 2. Ingredientes (g/kg MS) y valor nutritivo de las dietas (% de MS) Control y Pulpa de naranja.	14
Tabla 3. Valores medios de producción y composición de la leche (media + error estándar), en el período pre experimental de los dos grupos de animales	15
Tabla 4. Efecto de la dieta sobre la producción, la composición y el RCS de la leche.	19
Tabla 5. Valores de rendimiento quesero en los diferentes grupos según la dieta administrada.	21

**Figuras:**

Figura 1. Principales productos agroalimentarios exportados por la Comunitat Valenciana 2012/millones de €.	7
Figura 2. Modelo del diseño experimental. Período pre experimental y primer y segundo período del experimento, incluyendo controles realizados tanto a nivel individual como de grupo.	16
Figura 3. Evolución del contenido en grasa de la leche en los dos grupos de cabras durante la etapa preexperimental y posteriormente cuando reciben las dietas control o pulpa.	20

## 1. Introducción

### 1.1. Producción de cítricos en la Comunidad Valenciana.

En 2012 las exportaciones de productos agroalimentarios de la Comunitat Valenciana alcanzaron los 5.071 millones de euros, con un crecimiento del 10% (en comparación con los datos de 2011) y un 24% del total exportado por la Comunitat Valenciana, siendo ésta, la tercera región exportadora con un 15% del total de España. Su mayor fuente de exportación son los productos agroalimentarios, con 2.834 millones de euros, lo que supone un 56% de las exportaciones agroalimentarias. Sobresalen en particular los cítricos, con 2.043 millones que representan el 40%.

Figura 1. Principales productos agroalimentarios exportados por la Comunitat Valenciana 2012/millones de €.

Partida producto	Export	% S/T
0805- Agrios frescos o secos	2043	40
0810- Los demás frutos secos	317	6
0709- Las demás hortalizas frescas o refrigeradas	185	4
2009- Jugos de frutas	174	3
2204- Vino de uvas frescas	159	3
0809- Albaricoques, cerezas, melocotones	149	3
0807- Melones, sandías y papas, frescos	122	2
0702- Tomates frescos o refrigerados	100	2
0802- Frutos de cáscara frescos o secos	96	2
1601- Embutidos y productos similares de carne	93	2
0703- Cebollas	90	2
Subtotal principales	3529	70
<b>Total agroalimentario</b>	<b>5071</b>	<b>100</b>

Informe IVEX. Mayo 2012

Este hecho lleva consigo que la producción de cítricos sea elevada, suponiendo un 31% del total de la superficie agraria de la Comunitat Valenciana y en particular la provincia de Valencia (representando un 50% de la actividad citrícola, según datos de la *Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación*).

Para la campaña 2012-2013 será preveé próxima a 3.013.856 toneladas (Valencia fruits, octubre 2012). La principal producción es de mandarinas (50%), seguido en importancia por el naranjo dulce (43%), según el Instituto Valenciano de Estadística (IVE). (informe IVEX 2013, Consellería de Economía, Industria, Turismo y Empleo).

Esta elevada producción genera gran cantidad de residuos cuya acumulación y almacenamiento provoca problemas medioambientales.

## **1.2. La pulpa de cítricos como subproducto en la alimentación de cabras.**

En España la producción de leche de cabra se destina sobre todo a la fabricación de quesos. El sector caprino en la CV se distribuye de la siguiente manera: el 47% del censo se encuentra en la provincia de Alicante, el 30% en Castellón y el 24% en Valencia.

La alimentación de los animales para obtener la leche, supone un coste muy importante de la producción (alrededor del 70%). Existen recomendaciones de emplear subproductos agroindustriales en las zonas donde los forrajes naturales son insuficientes (Martínez y Medina, 1982; Gasa y Castrillo, 1991; Martínez et al, 1998).

Ya en 1965 el Ministerio de Agricultura, en unas hojas divulgadoras publicadas, trataba el tema del uso de subproductos agrícolas para la alimentación del ganado ovino, como hecho que ya se estaba produciendo en Europa, y como necesidad frente a la manifiesta escasez de alimentos económicos para el ganado, por destinarse a la producción de plantas industriales o de alimentos para el hombre, algunas zonas de producción agrícola extensiva o de pastizales espontáneos. A esto se suma, otro hecho que a día de hoy se sigue produciendo, el problema de los excedentes hortofrutícolas. (J.A. Romagosa Vilá).

Existe una necesidad, y más en tiempos de crisis, de reducir los costes de alimentación de las explotaciones y esto se puede llevar a cabo aprovechando los recursos locales excedentarios, como es la pulpa de naranja. Ésta está formada por la piel (60-65%), segmentos del fruto (30-35%) y semillas (0-10%). Su uso puede ser en fresco, ensilado o deshidratado. En general, tiene un contenido bajo en proteína bruta (7-9% de MS) y extracto etéreo (3-4 % sobre materia seca). El contenido en hidratos de carbono es de 20-25% de FND y 18-20% de FAD, 3% de lignina y 6-8% de cenizas. Tiene un elevado contenido en hidratos de carbono solubles (20%) y en pectinas (30%). La palatabilidad es buena y la digestibilidad elevada con un valor energético similar a la cebada.

Empleando este subproducto agrícola se logra además reducir la contaminación ambiental por problemas de olores, insectos o incluso filtraciones ácidas en los suelos de los vertederos que de ella pueden derivarse. Además según el Agricultural Research Service ( 2011), la pulpa y la corteza de los cítricos podrían tener un interés añadido al abaratamiento de costes en la alimentación, ya que demostraron que ayuda a reducir la presencia de E. coli y Salmonella en el intestino de rumiantes, lo que ayudaría también a mejorar el estado de salud de los animales. Los cítricos proveen al ganado bovino de fibra y vitaminas, y sus aceites esenciales tienen un efecto antibiótico natural. La pulpa de naranja es una fuente de alimento para estimular la actividad microbiana intestinal del ganado bovino.

No todo son ventajas en su uso como alimentación para el ganado, habría que tener en cuenta factores de estacionalidad para su disposición, variabilidad que de unas variedades a otras de producto puedan darse, su elevado contenido en agua, transporte, almacenaje, manejo y distribución al ganado, tiempo de deterioro, etc... que pueden afectar al valor nutritivo de los subproductos de la pulpa (Martínez-Pascal and Fernández Carmona, 1980). Pero todo ello se solventa si su uso está muy bien planificado y en lo posible, cerca de las áreas de producción (INTA 2002).

### **1.3. Dietas elaboradas con pulpa. Investigaciones previas**

La pulpa de cítricos es normalmente empleada en su forma deshidratada y debe ser introducida de forma gradual en la ración para dar tiempo a los animales a acostumbrarse a su diferente olor y sabor. Sin embargo, también puede darse fresca o ensilada. Ambos son generalmente rápidamente aceptados por los rumiantes, pero la piel y la pulpa de los limones son mejor aceptados que los procedentes de naranjas (Bampidis 2005).

El grado de inclusión de estos subproductos para pequeños rumiantes varía entre un 15 y un 40% dependiendo de la naturaleza del subproducto, la especie destino y la fase productiva y, en especial, de su precio de mercado. Su incorporación debe ser progresiva para evitar trastornos digestivos (A. Cerisuelo, 2010)

Un aspecto importante para aceptar la inclusión de la pulpa de naranja en la dieta de las cabras es saber si puede llegar a verse afectada la leche de estos animales y con ello, el rendimiento quesero, que como veíamos es el uso mayoritario que se le da a la leche de cabra. Para ello se han llevado a cabo diversos estudios que han ido apoyando la incorporación de este subproducto a la dieta de los animales.

Entre las investigaciones realizadas destacan las de Van Horn et al. (1975), Lanza (1984), Bampidis y Robinson en 2006, que no vieron efectos de la dieta de los rumiantes tras incluir los subproductos de cítricos.

Sin embargo, otras investigaciones llevadas a cabo muestran diferencias significativas al incluir los subproductos de cítricos (en diferentes estados) a rumiantes en período de lactación. Así pues, Fegeros et al. (1995), observaron una pequeña variación en la composición de ácidos grasos de la leche de ovejas al incluir pulpa de cítrico desecada. Zervas et al. (1994) hallaron que el contenido en grasa de la leche tiende a aumentar cuando la pulpa de cítricos deshidratada se usa para reemplazar el 30% de los cereales en la mezcla de concentrado de las ovejas lactantes. Belibasakis y Tsirgogianni (1996) vieron aumentos en el contenido de grasa de la leche y en la producción de grasa, además de un aumento sérico de la concentración de colesterol en vacas alimentadas con pulpa de cítrico deshidratada. Solomon et al. (2000) incluyeron pulpa deshidratada de cítricos en la ración de vacas, no viendo cambios significativos en la producción de leche o el contenido en grasa, pero sí en el perfil de ácidos grasos. Broderick et al. (2002) observó una disminución del contenido de materia seca, producción de leche, grasa, proteína y lactosa en vacas alimentadas con pulpa de cítricos deshidratada. En el estudio realizado por Volanis et al. (2004) la producción de leche fue menor, pero el contenido en grasa de la misma fue mayor en aquellas ovejas a las que se les proporcionó naranja ensilada en la dieta, probablemente debido a un efecto de concentración. Sin embargo, en el último tercio de la prueba, las ovejas alimentadas con ensilado de rodajas de naranja volvieron a la producción de niveles similares a los del grupo de control, probablemente como resultado de la adaptación de la microflora del rumen a este nuevo ingrediente.

Estudios más recientes también han mostrado diferencias significativas tras la administración de subproductos de cítricos, como es la investigación de Piquer (2006) que tras incluir cítricos frescos en la dieta de ovejas lactantes vio una reducción del contenido de grasa, sin embargo, al incluirlo al 30% la producción total de leche se veía aumentada. En el trabajo de Jaramillo et al. (2009) se estudió el efecto de la inclusión de cítrico entero en la ración de ovejas lactantes sobre las propiedades de la leche y las características del queso durante la maduración. Comprobaron una reducción de un 15% de grasa y casi un 5% de sólidos totales en las dietas en que se incluía en un 30% de naranjas.

Y en el caso del estudio llevado a cabo por Piquer et al. (2011) tras incluir cítricos enteros sobre la producción y composición de la leche de ovejas, se comprobó un 12% más en la producción total de leche de aquellos animales alimentados con un 30% del producto.



## **2. Objetivo**

Dada la abundancia de la pulpa de naranja en la Comunidad Valenciana y el interés de su utilización en las dietas del ganado para abaratar el coste de la alimentación, el objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de su incorporación en la dieta de cabras lactantes sobre la producción, sus componentes (grasa, proteína, lactosa y extracto), el estado sanitario de la ubre y el rendimiento quesero.



### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Dietas

Para estudiar la utilización de la pulpa de naranja (PN) en la alimentación de cabras lactantes se formularon dos dietas. En una de ellas, dieta control, se utilizaron materias primas habituales en la alimentación de cabras lecheras, compuesta por, heno de alfalfa, paja de cebada y un pienso comercial. En la dieta pulpa se incluyeron 2,5 kg de pulpa de naranja y se ajustó el aporte de concentrados para que ambas dietas fuesen isoenergéticas e isoproteicas.

El análisis químico de las muestras de alimento fue realizado para la materia seca (MS), las cenizas, el extracto seco (ES) siguiendo el método AOAC (2005). La MS de la dieta se obtuvo mediante introducción en horno de secado a  $102 \pm 2$  °C durante 24 horas. Para el ES se empleó petróleo después de una hidrólisis ácida para recuperar la grasa saponificada (Soxtec System HT Tecator, Dinamarca; unidad 1047 para la hidrolización y unidad 1043 para la extracción). La FND, FAD y LAD se lograron a través del analizador de fibras ANKOM (A220, ANKOM Technologies, Fairport, NY, USA) de acuerdo con Mertens (2002) para la FND seguido del método oficial AOAC para la FAD y la LAD.

AOAC 2005. Official methods of analysis of the AOAC. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists. AOAC International, Gaithersburg, M. D. INRA 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux. Valeurs des aliments. Ed. Quae France. Versailles, France.

Para la proteína bruta (PB) se empleó el método Kjeltex y se utilizó para ello una batería de digestión con extractor de vapores (2020 Digestor). Destilación mediante destilador de arrastre de vapor (Kjeltex 1030).

Los resultados analíticos se muestran en la Tabla 1 y las dietas formuladas, junto a su composición química y valor nutritivo, se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 1.** Composición química de los alimentos.

Materias primas	MS (%)	Nutrientes (% MS)						
		MO	CZ	PB	GB	NDF	ADF	ADL
Pienso	88,96	92,90	7,10	20,64	4,39	32,27	8,80	0,99
H. soja	89,31	93,36	6,64	42,11	1,42	30,50	13,13	0,00
Alfalfa	89,37	90,50	9,50	15,84	0,99	56,62	39,08	7,57
Paja	90,94	93,57	6,43	4,14	1,00	81,68	44,49	3,05
Pulpa naranja	11,02	94,13	5,87	8,64	1,79	36,47	20,44	0,01

MS: Materia seca. MO: Materia orgánica. CZ: Cenizas. GB: Grasa bruta. NDF: Fibra neutro detergente. ADF: Fibra ácido detergente. ADL: Lignina ácido detergente

**Tabla 2.** Ingredientes (g/kg MS) y valor nutritivo de las dietas (% de MS): Control y Pulpa de naranja.

	Control	Pulpa
<b>Ingredientes, g/kg MS</b>		
Heno de Alfalfa	500,43	489
Paja	67,89	66,33
Harina de soja 44% PB	0	16,29
Pulpa naranja	0	104
Pienso comercial	431,67	324,46
Cantidad total ofrecida (kg MS/día)	2,68	2,74
<b>Composición química, %</b>		
Extracto seco	89,30	52,23
Cenizas	8,26	8,09
Materia Organica	91,74	91,91
Proteina bruta	17,00	16,30
Grasa	2,46	2,18
Fibra Neutro Detergente	47,81	47,86
Fibra Acido Detergente	26,38	27,25
Lignina Acido Detergente	4,42	4,23
<b>Valor nutritivo</b>		
<sup>1</sup> Energía Neta, UFL/kg MS	0,82	0,82
PDI <sup>2</sup> (g/kg MS)	139,65	139,45

MS = materia seca. 1: Unidades Forrajeras Leche estimada a partir del INRA (2010). 2: Proteína digestible en intestino a partir de INRA 2007.

### 3.2 Diseño experimental. Base de animales

Se utilizaron 24 cabras de raza Murciana (8 primíparas y 16 adultas) mantenidas en estabulación permanente, que se encontraban en su cuarto mes de lactación. Los animales fueron distribuidos en 2 grupos de 12 individuos (4 primíparas y 12 adultas) homogéneos en sus características de producción y composición de leche, permaneciendo en locales separados durante el periodo experimental. A cada grupo se le asignó inicialmente una de las dietas formuladas.

El ensayo tuvo una etapa pre experimental de 7 días y una etapa experimental de 42 días, dividida en dos periodos de 21 días cada uno.

En la primera etapa los 24 animales fueron manejados conjuntamente, recibieron la misma alimentación (dieta control) y se controló en dos ocasiones la producción y composición de la leche de cada uno de ellos. Esta información sirvió para formar dos grupos de animales homogéneos en edad y características productivas.

**Tabla 3.** Valores medios de producción y composición de la leche (media + error estándar), en el período pre experimental de los dos grupos de animales

Composición y producción	Grupo 1		Grupo 2	
	Media	Error estándar ±	Media	Error estándar ±
Producción (ml/d)	1861,46	80,15	1892,7	58,08
Grasa (% en MS)	5,27	0,14	5,24	0,14
Proteína (% en MS)	3,61	0,07	3,71	0,08
Lactosa (% en MS)	4,68	0,04	4,59	0,07
ES (%)	14,42	0,18	14,34	0,25
RCS (miles)	1892,5	468,7	1283,2	482,43

La segunda etapa se dividió en dos periodos de 21 días. En el primero de ellos las dietas formuladas se asignaron aleatoriamente a los dos grupos de animales y en el segundo periodo se intercambiaron las dietas entre los grupos, quedando un diseño de cuadro latino 2x2, como se indica en el esquema de la Figura 1.

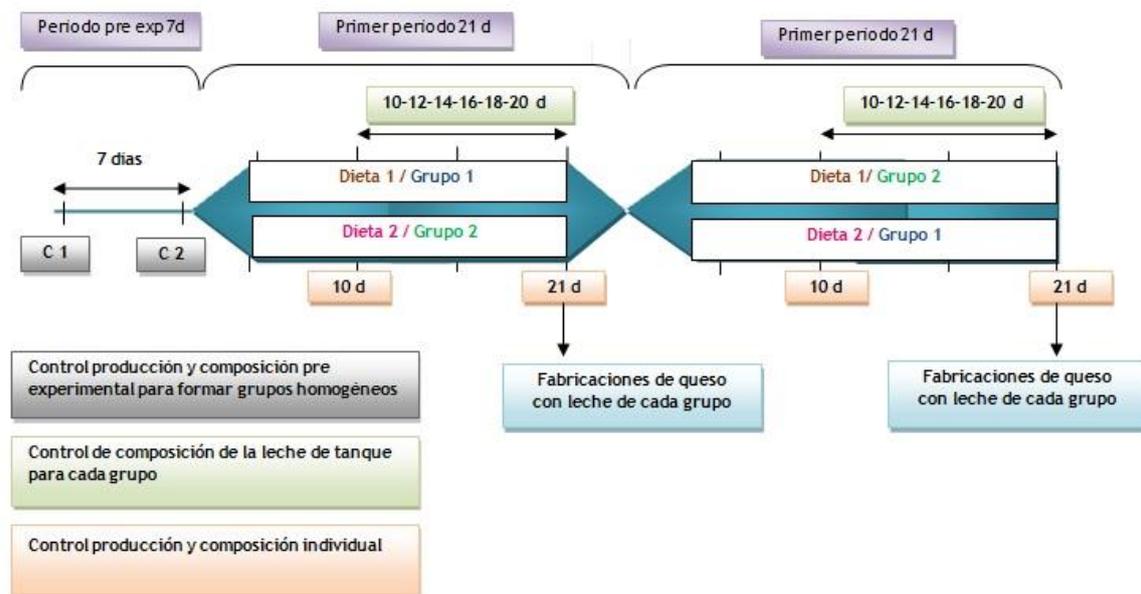


Figura 2. Modelo del diseño experimental. Período pre experimental y primer y segundo período del experimento, incluyendo controles realizados tanto a nivel individual como de grupo.

Se consideró un período de adaptación de los animales a las dietas de 10 días, posteriormente, tras comprobar la buena aceptación de las dietas por los animales, se realizaron diversos controles: producción y composición de la leche individual los días 10 y 21 de cada periodo y composición de la leche de cada grupo en días alternos empezando el día 10 (se realizaron 6 controles por grupo en cada periodo)

Al finalizar los dos períodos de 21 días se realizaron fabricaciones de queso con la leche de cada grupo y se determinó el rendimiento quesero.

### 3.3 Recogida de muestras y determinaciones de leche

Las cabras se ordeñaron a máquina una vez al día (8:30 h) en una sala de tipo Casse 2x12x6 en línea alta. Los parámetros de la máquina fueron: vacío 38 kPa, velocidad de pulsación 90 pulsaciones por minuto (ppm) y relación de pulsación 66:33%. La rutina de ordeño empleada fue la de “apurado y retirada” y una vez finalizado el ordeño se procedió a la desinfección de pezones con una solución yodada.

## **Métodos analíticos**

Análisis de leche:

Los análisis químicos de leche determinaron el contenido en grasa, proteína bruta, extracto seco y lactosa de la muestra de leche de cada animal obtenida en cada control de ordeño individual y en los de grupo.

Para ello se utilizó un analizador automático, basado en espectrofotometría de infrarrojos (Milko Scan FT-120, Fossoelectric).

La grasa se determinó por el método Gerber, Norma FIL 105(FIL, 1981).

El contenido en proteína se realizó por el método Kjeldahl, Norma FIL 20-2 (FIL, 2002), mediante el bloque de digestión modelo Dgestión System 20-20 (Foss Tecator y el equipo automático 2300 Kjeltex Analyzer (Unit Foss Tecator) para la destilación y valoración de la proteína.

La lactosa fue analizada por el método indirecto de la Cloramina T, basado en la valoración de la cantidad de halógeno reducido al final de la reacción entre lactosa y Cloramina T-kl, según la Norma FIL Standard 28 (FIL, 1974).

La materia seca se obtuvo por desecación en estufa a 102°C, hasta alcanzar un peso constante, según la Norma FIL Standard 21-B (FIL, 1987)

El seguimiento del estado sanitario de la ubre se realizó a través del recuento de células somáticas (RCS), cuyo valor se determinó a partir de las muestras de leche utilizadas para analizar su composición. Se llevó a cabo por el método fluorooptoelectrónico, utilizando un equipo automático MilkoScan FT6000 (Foss Electric, Hillerod, Dinamarca).

Respecto el rendimiento quesero, el volumen de leche utilizado en cada lote de fabricación se medía en la propia cuba de cuajado. Una vez la cuajada ya estaba cortada se bajaba a la mesa de producción y los operarios la introducían en el molde de cassoleta.

El rendimiento quesero se calculaba para todo el lote de fabricación (sumando el peso de todos los quesos fabricados) mediante la siguiente fórmula: (( Kg del total de queso fresco fabricado) x 100/litros de leche mezcla empleado en el lote). El valor obtenido correspondía a los kg de queso que se obtienen por cada 100 litros de leche.

#### 4. Análisis estadístico

La producción de leche, su composición (extracto seco, grasa, proteína, lactosa) y el recuento de células somáticas (transformado en logaritmo) fueron analizados con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 1992). Los modelos utilizados fueron los siguientes:

Muestras de leche individuales de cada animal:  $y = \mu + A_i + D_i + P_k + D_{i(p_k)} + \varepsilon$

Muestras de la leche de grupo:  $y = \mu + G_i + D_i + P_k + D_{i(p_k)} + \varepsilon$

Rendimiento quesero:  $y = \mu + D_i + P_j + \varepsilon$

Siendo:

$\mu$ : Media general

$A_i$ : Animal

$D_j$ : Dieta

$P_k$ : período

$D_{(pk)}$ : día dentro del período

$G_i$ : Grupo

## 5. Resultados y discusión

El efecto de la dieta sobre la producción, los componentes de la leche y el estado sanitario de la ubre (RCS) se muestra en la tabla 4. Se observa que la incorporación de pulpa de naranja en la dieta aumentó significativamente el contenido en grasa de la leche, respecto a la dieta control, tanto en el análisis realizado sobre muestras individuales de cada animal ( $4,82 \pm 0,07$  vs  $5,04 \pm 0,07$   $P < 0,05$ ) como en el análisis realizado sobre la leche de tanque ( $4,66 \pm 0,05$  vs  $5,13 \pm 0,05$   $P < 0,001$ ). Es éste segundo tipo de análisis también aumentó el ES ( $13,59 \pm 0,05$  vs  $14,06 \pm 0,05$   $P < 0,001$ , en las dietas control y pulpa, respectivamente). La producción de leche, su contenido en proteína y lactosa, así como el estado sanitario de la ubre (RCS) no fueron afectados significativamente ( $P > 0,05$ ) por la incorporación de pulpa de naranja en la dieta.

**Tabla 4.** Efecto de la dieta sobre la producción, la composición y el RCS de la leche.

		Dieta control	Dieta pulpa	± ES	
Individual	Producción (ml/d)	1857,00	1895,00	2,24	NS
	Grasa (% en MS)	4,82	5,04	0,07	*
	Proteína (% en MS)	3,60	3,57	0,03	NS
	Lactosa (% en MS)	4,48	4,50	0,02	NS
	ES (%)	13,79	13,88	0,09	NS
	logRCS	5,70	5,60	0,05	NS
Grupo	Grasa(% en MS)	4,66	5,13	0,05	***
	Proteína(% en MS)	3,59	3,61	0,01	NS
	Lactosa(% en MS)	4,50	4,48	0,01	NS
	ES (%)	13,59	14,06	0,05	***
	logRCS	6,12	6,10	0,03	NS

\*  $P < 0,05$ ; NS: no significativo; ES: error estándar.

Para ilustrar el efecto de la dieta sobre el contenido en grasa de la leche, se ha representado en la Figura 3 su evolución en de los dos grupos de cabras utilizadas en el estudio. En la etapa preexperimental todos los animales recibieron la dieta control y el contenido medio en grasa es similar en los dos grupos, como se ha comprobado en la tabla 3 ( $5,27 \pm 0,14$  vs  $5,24 \pm 0,14\%$  en los grupos 1 y 2, respectivamente).

Posteriormente durante el primer periodo (21 días) se observa una tendencia distinta entre ellos, mientras el grupo 1 que recibe la dieta control reduce su contenido de grasa al finalizar este periodo en  $-0,71\%$ , el grupo 2 con la dieta de pulpa lo incrementa en  $+0,12\%$ . En el segundo periodo (21 días), el intercambio de dietas entre grupos también origina una evolución distinta del contenido en grasa de la leche entre ellos. Así, el grupo 2, que pasa a recibir la dieta control, reduce su contenido en grasa  $-1,02\%$  y el grupo 1 que ahora recibe la dieta de pulpa aumenta  $+0,18\%$ . La pérdida de grasa observada al pasar de la dieta con pulpa a la control es mucho más importante que la ganancia obtenida al pasar de dieta control a la de pulpa.

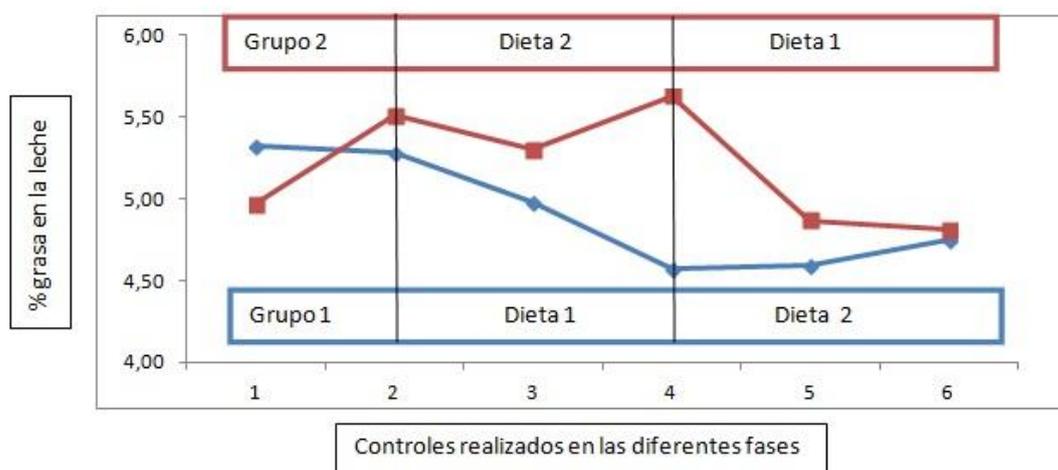


Figura 3. Evolución del contenido en grasa de la leche en los dos grupos de cabras durante la etapa preexperimental y posteriormente cuando reciben las dietas control o pulpa.

Los resultados del presente estudio están en línea con Belibasakis y Tsirgoyianni (1996), que reportó un aumento del 4% en grasa de la leche de vacas lecheras alimentadas 20% de pulpa de cítrico deshidratada.

El aumento que se produce en la grasa podría verse explicado porque el citrato contenido en la pulpa de naranja, que sería utilizado por la glándula mamaria y este incremento de citrato citoplasmático podría suponer un sustrato para la lipogénesis y, posiblemente, una cierta activación del acetyl-Coa carboxilasa (Gumma et al 1970).

Otra posible explicación podría ser que un aumento en el porcentaje del ácido acético debido a la fibra de fácil digestión del ensilaje de pulpa de cítricos, que crea condiciones favorables en el rumen de pequeños rumiantes para la mejora de la actividad microbiana, lo que provoca degradación de la fibra, con la subsiguiente producción de ácido acético (precursor de ácidos grasos de cadena corta y media de la grasa de la leche) que a su vez promueve la síntesis de grasa. (M. Volanis et al 2004).

Respecto al rendimiento quesero, no se observaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre la leche procedente de las dos dietas. Aunque fue mayor el contenido en grasa de la dieta con pulpa, el contenido en proteína era similar en ambas dietas. Este componente de la leche es el responsable de la formación de la cuajada, mientras que la grasa es un acompañante que queda atrapada en el coágulo de las caseínas. La grasa no retenida por el coágulo se pierde en el suero y no ha originado un aumento del rendimiento quesero.

Sin embargo Delacroix-Buchet et al. (2000) indicaron que los lípidos eran uno de los componentes más importantes en cuanto a calidad tecnológica y nutricional de la leche. Y Jaeggi et al. (2005) comprobaron la influencia de los lípidos en el rendimiento quesero y la firmeza del queso, así como del color y del flavor de los productos lácteos derivados.

Tabla 5. Valores de rendimiento quesero en los diferentes grupos según la dieta administrada.

Grupos	Dieta 1	Dieta 2	Grupos
Grupo 1	6,91	5,99	Grupo 2
Grupo 2	6,53	5,98	Grupo 1
Valor medio	7,73	7,15	Valor medio
	7,058	6,37	



## 6. Conclusiones

La incorporación de pulpa de naranja en la dieta (un 10% de la MS) aumentó el contenido en grasa y extracto seco de la leche, pero no afectó a la producción, a los contenidos en proteína y lactosa, al estado sanitario de la ubre (RCS) y al rendimiento quesero.



## 7. Referencias

- A. Cerisuelo. "Uso de subproductos en alimentación de rumiantes de la Comunidad Valenciana", en Revista Ganadería abril-mayo 2010 pp 54-58.
- Belibasakis, N.E., Tsirgogianni, D., 1996. Effects of dried citrus pulp on milk composition and blood components in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 60, 87–92.
- Bampidis V.A., Robinson P.H., 2006. "Citrus by products as a ruminant feed: a review". *Anim. Feed Sci. Technol.* 128, 175-217
- Broderick, G.A., Mertens, D.R., Simons, R., 2002. Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. *J. Dairy Sci.* 85, 1767–1776.
- Delacroix-Buchet, A., Lamberet, G., 2000. Sensorial properties and typicality of goat dairy products. 7 th Int. Conf. on Goats, Tours, France. 15-21 May 2000. Tome 2:559-563.
- Fegeros, K., Zervas, G., Stamouli, S., Apostolaki, E., 1995. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. *J. Dairy Sci.* 78, 1116–1121
- Gumaa, K.A., Gteenbaum, A.L. and McLean, P. 1970. The control of pathways of carbohydrate metabolism in mammary gland. In: I.R. Falconer (Editor), *Lactation*. Butterworths, London, pp. 197-238.
- Jaeggi, J.J., Wendorff, W.L., Romero, J., Berger, Y.M., Johnson, M.E. 2005. Impact of seasonal changes in ovine milk on composition and yield of a hard-pressed cheese. *J. Dairy Sci.* 88, 1358-1363.
- Jaramillo, D.P., García T., Buffa M., Rodríguez M, Guamis B., Trujillo A. 2009. Effect of the inclusion of whole citrus in the ration of lactating ewes on the properties of milk and cheese characteristics during ripening. *J. Dairy Sci.* 92, 469-476.
- Lanza, A., 1984. Dried citrus pulp in animal feeding. In: Hollo, J. (Ed.), *Proceedings of the International Symposium on Food Industries and the Environment*. Budapest, Hungary. Elsevier Publishers, New York, NY, USA, pp. 189–198.
- Leiva, E., Hall, M.B., Van Horn, H.H., 2000. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. *J. Dairy Sci.* 83, 2866–2875
- Martinez Pascual, J., Fernandez Carmona, J., 1978. Utilización de la pulpa de cítricos en alimentación animal (utilisation of citrus pulp in animal feeding). In: Gomez-Cabrera, A., Garcia-de Siles, J.L. (Eds.), *New Food Sources for Animal Production*. Superior Technical School of Agricultural Engineers, Cordoba, pp. 46–67
- Piquer, O. 2006. Whole citrus fruits in sheep nutrition, Spain. PhD Thesis. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.
- Romagosa Vilá, J.A. "Subproductos agrícolas para la alimentación del ganado ovino" En hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura julio 1965 nº 13-65H
- Solomon, R., Chase, L.E., Ben-Ghedalia, D., Bauman, D.E., 2000. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83, 1322–1329
- Van Horn, H.H., Marshall, S.P., Wilcox, C.J., Randel, P.F., Wing, J.M., 1975. Complete rations for dairy cattle. III. Evaluation of protein percent and quality, and citrus pulp-corn substitutions. *J. Dairy Sci.* 58, 1101–1108

- Volanis, M., Zoiopoulos, P., Tzerakis, K., 2004. Effects of feeding ensiled sliced oranges to lactating dairy sheep. *Small Rumin. Res.* 53, 15–21
- Zervas, G., Fegeros, K., Stamouli, S., Vastardis, I., Apostolokai, E., 1994. Effects of dehydrated citrus pulp on milk yield and composition of ewes (in Greek). *Anim. Sci. Rev. Special Issue* 14, 47 (abstract)