



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL  
(E.T.S.I.A.M.N.)**

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

**“VALOR NUTRITIVO DE LA HOJA DE NARANJA EN  
CABRAS LECHERAS”**

Trabajo Fin de Grado

Autor

Iván Crespo Martínez

Director/es

Carlos Fernández Martínez

Valencia, Enero 2017

## RESUMEN

**Efecto sobre la producción de leche causado por la sustitución de alfalfa granulada (*Medicago sativa*) por la hoja del naranjo granulada (*Citrus sinensis*) en la ración de cabras lecheras en estado de lactación.**

**Autor:** Iván Crespo

**Director:** Carlos Fernández

Con el objetivo de estudiar el efecto de la sustitución de la alfalfa granulada (*Medicago sativa*) por la hoja del naranjo granulada (*Citrus sinensis*) en la alimentación de ruminantes se realizó el presente estudio en la granja de la Universidad Politécnica de Valencia. Para este se utilizaron 10 cabras de la raza Murciano-Granadina, en estado medio de lactación, con un peso vivo medio de 43,28 kg, divididas en dos grupos de 5 cabras cada uno. A uno de los grupos se le suministró como dieta alfalfa granulada y pienso, al otro grupo hoja de naranja granulada y pienso.

Se observaron diferencias significativas en la ingestión de materia seca siendo 1,52 kg/d la media de las dos dietas. El balance de energía fue positivo en las dos dietas, no movilizándose reservas y con una energía metabolizable media de 894,23 kJ/kg de PV<sup>0,75</sup>. Tampoco se obtuvieron diferencias significativas respecto a la producción de leche ni a su composición en grasa y proteína, siendo la media productiva de 1289,91 ml/d. Se encontraron diferencias significativas en la producción de CH<sub>4</sub>, siendo 17,90 y 16,03 gCH<sub>4</sub>/d para la dieta de alfalfa y naranja respectivamente, aunque se produce mayor cantidad de CH<sub>4</sub> en la dieta de alfalfa, dichas diferencias no se mantienen cuando lo expresamos por Kg de materia seca ingerida o Kg de leche producida.

**Palabras clave:**

Cabras, nutrición, dieta, leche, alfalfa, naranja.

## SUMMARY

**Effect caused by the substitution of granulated alfalfa (*Medicago sativa*) for granulated orange tree leaf (*Citrus sinensis*) in the ration of dairy goats in stage of lactation on milk production.**

**Author:** Iván Crespo

**Director:** Carlos Fernández

The present study was done at the farms of the University of Valencia with the goal of studying the effect of the substitution of granulated alfalfa (*Medicago sativa*) for granulated orange tree leaf (*Citrus sinensis*) in the nourishment of ruminants. For this one, 10 Murcian-Granadian goats in middle stage of lactation with an average live weight of 43,28 kg. were used, divided in two groups, 5 goats each. One of the groups was administrated granulated alfalfa and feeding stuff as a diet; the other group was administrated orange tree leaf and feeding stuff.

Significative differences were observed in the ingestion of dry material where 1,52 kg/d was the average of both diets. Energy balance was positive in the two diets, not moving reserves and with an average metabolisable energy of 894,23 kJ/kg of PV<sup>0,75</sup>. Significant differences were obtained neither at the dairy production nor at its fat and protein composition, being 1289,91 ml/d the average production. Significant differences were found in the methane production with 17,90 and 16,03 gCH<sub>4</sub>/d for alfalfa's and orange's diet respectively. Even though more CH<sub>4</sub> is produced with the alfalfa's diet, the differences mentioned disappear when we express this on "ingested dry material kg" or "produced milk kg".

**Key words:**

Goats, nutrition, diet, milk, alfalfa, orange.



## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCION</b> .....	<b>6</b>
1.1 ALFALFA (MEDICAGO SATIVA).....	6
1.2 NARANJO (CITRUS SINENSIS).....	7
<b>2. OBJETIVO</b> .....	<b>7</b>
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>8</b>
3.1. LOCALIZACIÓN.....	8
3.2. SELECCIÓN DE LOS ANIMALES .....	8
3.3. INSTALACIONES.....	9
3.4. ALIMENTACIÓN .....	10
3.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	11
3.5.1. <i>Periodo de adaptación a dietas</i> .....	11
3.5.2. <i>Periodo de adaptación a jaulas</i> .....	11
3.5.3. <i>Periodo de digestibilidad</i> .....	12
3.5.4. <i>Producción de leche</i> .....	12
3.5.5. <i>Respirometría</i> .....	12
3.6. ANÁLISIS QUÍMICOS .....	13
3.7. CÁLCULO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	14
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>22</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>23</b>

## ÍNDICE TABLAS

TABLA 1. INGREDIENTES Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS RACIONES.....	10
TABLA 2. INGESTIÓN (KG MS/DÍA) Y COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD (%) PARA DOS DIETAS (ALF Y NAR).....	15
TABLA 3. BALANCE ENERGÉTICO PARA LAS DOS DIETAS EXPRESADO EN KJ/KG DE PV( <sup>0,75</sup> ).....	16
TABLA 4. PARÁMETROS DEL RUMEN Y ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES (MMOL/L).....	18
TABLA 5. PRODUCCIÓN (ML/D) Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE (MS %)......	19
TABLA 6. ÁCIDOS GRASOS EN LECHE.....	19
TABLA 7. PRODUCCIÓN DE METANO (CH <sub>4</sub> ) .....	21

## ÍNDICE IMÁGENES

IMAGEN 1. BASCULA PARA PEQUEÑOS RUMIANTES.....	8
IMAGEN 2. JAULA DE DIGESTIBILIDAD.....	9
IMAGEN 3. JAULAS METABÓLICAS Y EQUIPO MÓVIL DE CALORIMETRÍA INDIRECTA .....	13

# 1.INTRODUCCION

Los sectores de ovino y caprino lechero poseen en España una importancia socio-económica indudable. En lo que al caprino se refiere, nuestro país produjo 530.400 t. de leche (MAAMA, 2012) en el año 2009, lo que supone más del 30% de la producción de leche de cabra de la Unión Europea y la sitúa como segundo país productor después de Francia (FAO, 2012).

Uno de los aspectos diferenciales del caprino respecto a otros rumiantes explotados en ganadería es su comportamiento alimenticio. Las cabras tienen una gran capacidad selectiva frente a los componentes de la dieta, en especial, respecto a los forrajes. El caprino destaca por su versatilidad y capacidad de producir carne y leche aprovechando gran variabilidad de recursos disponibles como pastos, árboles, arbustos forrajeros y restos de subproductos de material vegetal (Pérez-Baena y Franch-Dasí, 2014).

Respecto al censo de cabras en ordeño publicado en las Encuestas Lácteas del MAAMA (2012bis), el número de animales pasó de 1,35 millones en el año 2005 a 1,45 millones en el año 2006 para, a continuación, disminuir y mantenerse hasta el año 2010 en valores cercanos a 1,4 millones de cabezas.

La raza Murciano-Granadina es la raza principal raza caprina de leche en España, tanto en producción como en censo, estimándose este en 500.000 ejemplares (MURCIGRAN, 2013). Las hembras Murciano-Granadinas tienen un peso vivo entre 40 y 55 kg. aproximadamente, el de los machos oscila entre 50 y 70kg. El perfil es subcóncavo y las proporciones medias. La actitud de la raza es claramente lechera, produciendo una leche con un elevado rendimiento quesero (5-6 litros por kilo de queso), donde las producciones medias en animales de segundo parto en adelante son de 530 litros por lactación normalizada (210 días), las medias de grasa oscilan entre 5,6-5,8% y las de proteína entre 3,6-3,8%.

Debido en ocasiones a la baja producción de pastos o forrajes en algunas zonas y al coste de su transporte se hace necesario buscar otras alternativas como son, en este caso, el aprovechamiento de subproductos tanto agrícolas como industriales que resultan rentables debido a su bajo precio y en muchas ocasiones a su calidad.

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).

Respecto a los subproductos agrícolas podemos encontrarnos los que resultan de los restos de la poda de algunos frutales, ya que la desaparición de estos se hace a menudo costosa, o provenientes de elevadas producciones frutales que acaban convirtiéndose en residuos y provocando en ocasiones algunos problemas de contaminación.

Numerosos trabajos se han llevado a cabo con el fin de utilizar estos subproductos como sustitutos del forraje o como complementos en la dieta de algunos animales y caprina especialmente. Sobre los restos de poda podemos destacar el realizado con hojas de olivo en rumiantes, (Delgado *et al.*, 1994) así como con hojas de naranjo en conejos (Cervera *et al.*, 1978).

## 1.1 Alfalfa (*Medicago sativa*)

La alfalfa es una especie de planta herbácea perteneciente a la familia de las fabáceas o *leguminosae*, es originaria de Irán y Asia Menor, siendo uno de los forrajes más utilizados en el mundo. Es una planta muy importante en la alimentación animal, en

especial de rumiantes lecheros. Esta puede ser cultivada en diferentes suelos y climas. Se adapta a altitudes comprendidas entre 700 y 2800 metros sobre el nivel del mar. Es un cultivo que puede utilizarse en forma de ensilado, heno, forraje en verde, pellets, etc. (Lacemfield, 1998). Su composición estará en función tanto del estado fisiológico en el momento de corte como del método de conservación.

En este estudio se ha utilizado alfalfa peletizada. Los pellets de alfalfa son un producto industrial, cuya materia prima es alfalfa deshidratada mecánicamente y granulada. Este tipo de procesado hace que su composición suela ser mejor que en el caso de alfalfa henificada porque reduce las pérdidas de hoja y evita contaminaciones con tierra y hongos. La granulación favorece su manipulación aunque reduce su proporción de fibra efectiva.

La alfalfa de calidad contiene alrededor de un 50% de pared celular, con una composición de la fibra muy equilibrada. Por término medio incluye un 8% de pectinas, un 10% de hemicelulosas, un 25% de celulosa y entre un 7 a 8% de lignina. Por ello, asegura un rápido tránsito digestivo, un aporte significativo de fibra soluble y una alta capacidad tampón. Esto unido a su elevada palatabilidad, hace de la alfalfa un ingrediente de elección en piensos de vacas de alta producción y de conejos. En cuanto al nivel de proteína bruta (PB) puede ser muy variable entre un 10 y 20%. El nivel de proteína es un buen indicador de su valor energético, un aumento de un punto porcentual de PB sobre materia seca supone un incremento de 0,03 UFI y 0,04 UFc. La alfalfa es una buena fuente de macrominerales, especialmente calcio, cloro, potasio y aceptables en fósforo y magnesio (FEDNA).

## 1.2 Naranja (*Citrus sinensis*)

El naranja o naranja dulce, es un árbol frutal del género *Citrus*, que forma parte de la familia de las rutáceas. Se trata de un árbol de porte mediano, perenne, con hojas ovales de entre 7 a 10 cm. de margen entero y frecuentemente estipuladas.

Son originarios de Pakistán, Vietnam, India y sureste de China, y fueron traídos a Occidente por los árabes.

Se trata de un árbol con una gran vigorosidad en cuanto a hojas y ramas se refiere, la poda se realiza normalmente una vez al año, aunque su intensidad ya dependerá de varios factores, pero en algunos casos será necesario eliminar hasta el 50% de la vegetación del árbol.

España es la 6ª en el ranking de producción con 2,9 millones de toneladas de naranjas. (Faostat, 2012).

## 2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto sobre la digestibilidad, el balance de energía, el rendimiento lechero y el impacto ambiental (concretamente la emisión de metano y su relación con la dieta), de la sustitución de la alfalfa peletizada por hoja de naranja peletizada en una ración suministrada a cabras de la raza Murciano-Granadina en mitad de lactación.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

Los trabajos que se realizaron estuvieron divididos en dos partes, una parte de campo que se llevó a cabo en la granja experimental del departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia, situada en el Campus de Vera, en una zona habilitada especialmente para este tipo de pruebas. La otra que constituyó todos los análisis químicos necesarios, se realizó en el laboratorio de la Unidad de Alimentación de este mismo departamento.

#### 3.2. Selección de los animales

La selección de los animales se realizó bajo unos criterios de peso, número de lactación, estado de lactación y producción de leche previa, para obtener la mayor homogeneidad posible y con ello conseguir disminuir al máximo el efecto individual. Del grupo, se seleccionaron 10 cabras de la raza Murciano-Granadina entre 41 y 55 kg. de peso vivo en media lactación. Para ello se pesó a cada animal con una báscula de pequeños rumiantes (Gruponor Cercampo S.A.).

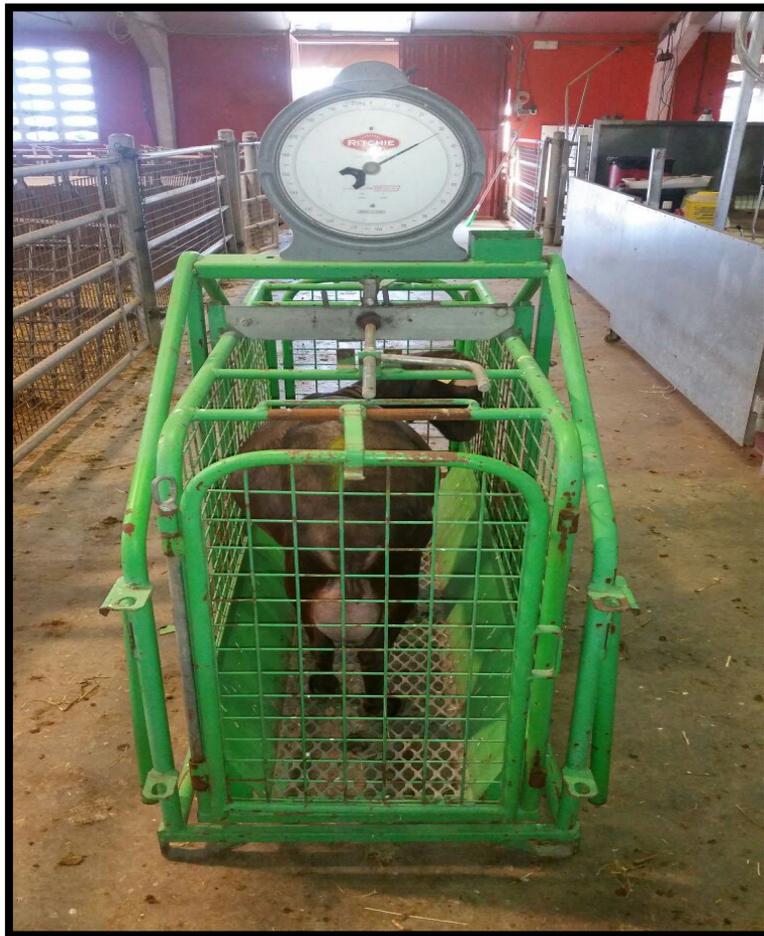


Imagen 1. Báscula para pequeños rumiantes.

Posteriormente, todos los animales fueron identificados con un número de tres cifras, y se hicieron dos grupos al azar, formado cada uno por 5 animales. Cada grupo en su corral realizó una adaptación a la dieta antes de subir a la jaulas metabólicas.

### 3.3. Instalaciones

Las pruebas se realizaron en unas instalaciones paralelas a la granja experimental, esta sala, habilitada y preparada especialmente para realizar pruebas de digestibilidad, valoración de alimentos y balances nutricionales, constaba de 10 jaulas metabólicas fabricadas en acero, con unas medidas de 53 x 96 x 143 cm. Estas se encuentran dotadas de comederos externos (tipo tolva), fáciles de extraer a su vez, lo que facilita la recogida de los alimentos desechados por el animal. Para evitar que los animales los desplacen o tiren se encuentran atados con unas gomas que van de la parte superior a la inferior sujetándolo y evitando caídas de este, debido al comportamiento nervioso de las cabras. Las jaulas también cuentan con bebederos tipo cazoleta individuales de fácil acceso en cualquier momento por los animales.

El suelo de las jaulas consta de dos partes, la parte limpia más cercana al comedero y de suelo liso, en el que los animales se pueden acostar. La parte trasera, considerada zona sucia, que consta de rejilla grosera por la cual las heces y la orina puedan pasar al siguiente tramo, en el que se encuentra una rejilla más pequeña que retendrá las heces, dejando pasar la orina a una bandeja con forma de "V" que al estar en pendiente, esta será dirigida a un orificio por el que caerá a unas garrafas de orina correctamente identificadas para cada animal.



Imagen 2. Jaula de digestibilidad.

### 3.4. Alimentación

Se realizaron dos tipos de dieta (alfalfa y hoja de naranja). Esta fue suministrada en forma de pellets, lo que facilitaba su manejo y la ingesta por los animales. De la realización de estos pellets se encargó una empresa externa dedicada a la fabricación de piensos. También se elaboró como concentrado y puesto en común en las dos dietas un pienso compuesto en forma de gránulo, para cabras en media lactación, que fue realizado en la fábrica de piensos de la Unidad de Alimentación Animal.

Los animales se dividieron en 2 grupos, uno alimentado por la ración (CONCENTRADO + ALFALFA) y el otro con la ración (CONCENTRADO + H. NARANJA).

TABLA 1.

Ingredientes y composición química de las raciones.

Item	FORRAJES		CONCENTRADO	RACIÓN <sup>1</sup>	
	Alfalfa	Hoja Naranja	Pienso	ALF	NAR
<b>Ingredientes, (g/kg de Materia Seca)</b>					
Heno de alfalfa	1000			450	
Hoja de Naranja		1000			450
Cebada			350	193	193
Maíz			309	170	170
Salvado de trigo			150	83	83
Harina de soja (44% PB)			148	81	81
Carbonato cálcico			22	12	12
Cloruro sódico			11	6	6
Grasa protegida <sup>2</sup>			5	3	3
Premix <sup>3</sup>			5	3	3
<b>Composición química, % de Materia Seca (MS)</b>					
Materia seca	92	91	91	91	91
Materia orgánica	83	88	92	88	90
Cenizas	17	12	8	12	10
Proteína bruta	17	11	18	17	15
Fibra neutro detergente	49	38	17	31	26
Fibra ácido detergente	32	26	5	17	15

Lignina ácido detergente	7	7	1	3	3
Grasa	1	2	3	2	2,3
Carbohidratos no fibrosos	15	36	55	37	47
Almidón	1	6	50	28	30
Energía bruta, MJ/kg	16	17	17		
MS				16	17

<sup>1</sup> ALF= Alfalfa; NAR = Hoja  
de Naranja

<sup>2</sup>Grasa protegida de palma. Provided by Norel Animal Nutrition, Norel S.A., Spain.

<sup>3</sup>Suministrado por NACCOOP S.A. España. Premix composition (ppm or UI per kilogram of premix) : Se, 40; I, 250; Co, 80; Cu, 3000; Fe, 6000; Zn, 23400; Mn, 29000; S, 60000; Mg, 60000; vitamin A, 2000000 UI; vitamin D3, 400000; vitamin E, 2000 ppm; nicotinic acid, 10000; choline, 20300.

### 3.5. Procedimiento experimental

#### 3.5.1. Periodo de adaptación a dietas

Los 10 animales se separaron del grupo en un corral aparte, divididos a su vez en 2 grupos de 5 animales y suministrando la dieta que le correspondía a cada uno durante un periodo de 7 días para su adaptación. Esta fase y la siguientes son clave a la hora de dar veracidad a nuestro experimento, ya que los rumiantes necesitan un periodo de adaptación del rumen cuando les proporcionamos un cambio de dieta, este periodo viene siendo entre 7 y 10 días.

#### 3.5.2. Periodo de adaptación a jaulas

Este periodo tuvo una duración de una semana, los 10 animales se subieron a las jaulas metabólicas alternando en cada jaula la dieta control con la dieta de hoja de naranja. Se les suministró la dieta normal para que se acostumbrasen a comerla en las jaulas. La duración de este periodo fue suficiente ya que estos animales han sido partícipes de experimentos anteriores por lo que su adaptación suele ser rápida.

Como ya se comentó en el punto anterior esta fase previa a la toma de datos es muy importante, ya que es esta parte podemos eliminar posibles restos de alimentos del tracto digestivo que hayan podido comer anteriormente.

En este periodo también era frecuente el control de la ingesta de los animales pesando los rehusados de estos diariamente y suministrando día a día la ración exacta. Diariamente se limpiaban las heces y orines de las jaulas y se retiraban para una buena higiene y control.

Otra labor a realizar era ordeñar a los animales que teníamos en las jaulas, ya que estos se encontraban en media lactación y estaban produciendo leche diariamente. El ordeño se realizó con una ordeñadora portátil (FLACO, 20-400 l/min), de 60 kg. de capacidad, con dos unidades de ordeño. Después de cada ordeño también se contabilizaba la leche obtenida para tener un seguimiento del grupo.

### **3.5.3. Periodo de digestibilidad**

En este periodo la dieta de alfalfa que se administró fue a razón de 1kg. y 1,2kg. de pienso durante los días 1, 3 y 4, el día 2 la ración de pienso se aumentó a 1,5 kg. Al otro grupo se le suministró la hoja de naranja granulada a razón de 1kg. y 1,2 kg. de pienso durante los días 1,3 y 4 y aumentando esta como en el anterior grupo durante el día 2 a 1,5kg.

Este periodo constó de una duración de 4 días consecutivos en los que se realizaban las siguientes labores:

Recogida de heces y pesado de estas; recogida de orina, pesado y medida del volumen de esta; recogida de rehusados, separación de estos y pesado de las diferentes partes; y por último ordeño individual de cada cabra y medida del volumen de la leche.

Estas labores se realizaban todos los días, se tomaba una muestra de cada animal de heces, orina y leche que se identificaba con dos números, el primero nos indicaba la posición del animal en las jaulas metabólicas, el segundo indicaba el día que nos encontrábamos dentro del periodo de digestibilidad. Estas muestras se congelaron a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta el momento de realizar los análisis pertinentes.

El último día de digestibilidad y en la bajada de los animales de las jaulas se realizó una extracción del líquido ruminal mediante una sonda esofágica para el análisis de los Ácidos Grasos Volátiles (AGV) del líquido ruminal. También se realizó una extracción sanguínea para su posterior análisis.

### **3.5.4. Producción de leche**

Ya que una de las cosas que queríamos conocer era la cantidad de leche y la calidad de esta en nuestro grupo de animales, el ordeño se realizaba una vez al día, a primera hora de la mañana, todos los días a la misma hora y por la misma persona, midiendo el volumen de leche individual y guardando muestras de cada animal para los posteriores análisis. La forma de ordeñar era mediante una ordeñadora portátil (FLACO, 20-400 l/min). Al concluir el ordeño se aplicaba yodo como desinfectante a los pezones de las cabras para evitar posibles infecciones. Una vez finalizado el ordeño había que proceder a limpiar la ordeñadora, esta se limpiaba con una solución básica o ácida alternándose diariamente, por último se realizaba un enjuague para evitar que pudiesen quedar residuos.

Las muestras de leche se llevaban al laboratorio de análisis (LICOVAL) donde se analizaría la composición química de esta.

### **3.5.5. Respirimetría**

Para poder llevar a cabo un balance energético completo en los animales se utilizó un respirómetro. Para ello se utilizó un equipo móvil de calorimetría indirecta de circuito abierto para pequeños rumiantes. El cual mide el consumo de oxígeno ( $\text{O}_2$ ), la producción de metano ( $\text{CH}_4$ ), y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) a dos cabras a la vez, una con la dieta de alfalfa y otra con la dieta de hoja de naranja.

El equipo consta de una cámara hermética (urna o cajón) donde iría colocado el comedero en las jaulas metabólicas, esta está construida de metacrilato, dentro de ella se encuentra una bandeja donde se depositará la ración y un bebedero.

Por lo demás la jaula es idéntica a la que se realizaban los ensayos de digestibilidad. Una vez la cabra está subida en la jaula se hace pasar la cabeza de esta por una lona que se ajustará al cuello y dejará el aparato respiratorio del animal separado herméticamente del resto, para así, sin fugas de aire, poder realizar las mediciones correctamente.

En la parte superior de la jaula hay dos orificios que van conectados a unos tubos. Uno es, la toma de aire del exterior y el otro lleva el aire que hay en la cámara hermética hacia el caudalímetro (Sensy flow VT-S, ABB S.A.) y de ahí a un ventilador centrífugo (CST60, Soler Palau S.A.).

Entre el caudalímetro y el ventilador hay una pequeña bomba de membrana que extrae el aire que vamos a muestrear. El caudalímetro trabajaba a un ritmo de 3.000 litros aire/hora. Para la recogida de datos se utilizó un *software* que guardaba datos cada minuto. Para un conocimiento más detallado del equipo se recomienda consultar Fernández *et al.*, (2012).

La ración se les suministraba aproximadamente a las 10:00h. de la mañana, a todos los animales por igual y así se les dejaba reposar para tomar las medidas con las condiciones más parecidas posibles.



Imagen 3. Jaulas metabólicas y equipo móvil de calorimetría indirecta.

### 3.6. Análisis químicos

Se descongelaron las muestras de orina y heces, de orina se pesaron 5 g. en un crisol, de heces 100 g. en una bandeja. Las muestras se introdujeron en una estufa con una temperatura de 100°C durante 24 horas para obtener los porcentajes de materia seca. Las heces fueron molidas para los posteriores análisis químicos.

La composición química de los piensos, alfalfa y hoja de naranja se analizó por triplicado, de heces y orina se analizó por duplicado siguiendo los métodos oficiales de análisis de AOAC (2000).

Se determinaron materia seca (MS), cenizas, extracto etéreo (EE), grasa bruta, proteína bruta y fibras bruta con el método oficial AOAC (2000).

El contenido de almidón se determinó según método Batey *et al.*, (1982).

La determinación de fibras Van Soest: fibra neutro detergente (FND) según Mertens, D.R. (2002). Para fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD) se utilizó el método oficial AOAC (2000).

Los análisis de nitrógeno de las raciones (piensos, alfalfa y hoja de naranja), heces, orina y leche se realizaron por el principio de Dumas mediante un analizador elemental LECO CN628 (TruSpec CN; Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA) en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN) de la UPV, concretamente en el Departamento de Ciencia Animal (DCAN).

La concentración de energía de las dietas, materia fecal, orina y leche se determinó utilizando una bomba calorimétrica adiabática (Gallenkamp Autobomb).

Los análisis de la leche se realizaron en el Laboratorio Interprofesional de la Comunidad Valenciana (LICOVAL), mediante un analizador de leche MilkoScan FT2. Este se basa en análisis con infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR), facilitándonos los datos de MS, EE, PB y lactosa de la leche.

### 3.7. Cálculo y análisis de datos

Coeficiente de Digestibilidad aparente genérico (CD): grado de utilización digestiva de una ración, que corresponde a la fracción de las sustancias ingeridas que no son excretada en las heces.

$$CD = \frac{\text{Ingerido} - \text{Excretado}}{\text{Ingerido}} \cdot 100$$

Para realizar el balance energético hasta Energía Metabolizable Ingerida ( $EM_i$ ) se procedió de la siguiente manera:

$$EM_i = EB_{\text{ingerida}} - (E_{\text{heces}} + E_{\text{orina}} + E_{\text{CH}_4})$$

El volumen de gas de metano se convierte en valores de energía usando el factor de conversión 39,4 kJ/l  $\text{CH}_4$  (Brouwer, 1965).

Para la realización del balance energético se determinó la energía retenida (ER) descontando a la energía bruta ingerida ( $EB_i$ ) las pérdidas producidas en heces ( $E_{\text{heces}}$ ), orina ( $E_{\text{orina}}$ ), metano ( $E_{\text{CH}_4}$ ) y producción de calor (PC), según la siguiente expresión:

$$ER = EB_i - E_{\text{heces}} - E_{\text{orina}} - E_{\text{CH}_4} - \text{Eleche} - \text{PC}$$

La PC se determinó por calorimetría indirecta e intercambio gaseoso (como hemos indicado anteriormente) y para su cálculo se utilizó la ecuación de Brouwer (1965):

$$\text{PC (kJ/d)} = 16,18 \text{ O}_2 \text{ (l/d)} + 5,02 \text{ CO}_2 \text{ (l/d)} - 2,17 \text{ CH}_4 \text{ (l/d)} - 5,99 \text{ Norina (g/d)}$$

Respecto al análisis de datos se usó un modelo lineal general (GLM) con la dieta y el periodo experimental como efectos fijos, y su interacción. Se realizó un test “t” para comparar las medias. El programa estadístico utilizado fue Statistical Analysis System. El modelo que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_i = \mu + D_i + \varepsilon_i$$

Donde:  $Y_i$  = Variable dependiente  
 $\mu$  = Media general  
 $D_i$  = Efecto de la Dieta  
 $\varepsilon_i$  = Error aleatorio

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se mostrarán y se comentarán los resultados obtenidos. En la Tabla 2 se muestra la ingestión de materia seca y los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes para la dieta de alfalfa y naranja.

TABLA 2.  
 Ingestión (kg MS/día) y coeficientes de digestibilidad (%) para dos dietas (Alf y Nar).

	MEDIAS			P-Valor Diet
	DIETAS		ESM	
	ALF	NAR		
IMS, Kg/d	1,68	1,36	0,078	0,0411
CD MS	63,48	71,12	2,069	0,0730
CD MO	66,57	73,00	1,884	0,0988
CD PB	66,63	72,27	2,062	0,1904
CD EE	56,52	70,10	3,090	0,0309
CD FND	37,33	33,47	3,628	0,6150
CD FAD	38,33	38,13	3,619	0,9795
CD LAD	21,75	30,65	4,680	0,3658
CD HEM	35,82	27,01	4,165	0,3138
CD CEL	42,14	39,90	3,434	0,7578
CD CNF	89,60	93,07	0,790	0,0311
CD EB	65,89	71,80	1,955	0,1461

IMS = ingestión de materia seca; MS = materia seca; MO = materia orgánica; PB = proteína bruta; EE = extracto etéreo; FND = fibra neutro detergente; FAD = fibra ácido detergente; LAD = lignina ácido detergente; HEM = hemicelulosa; CEL = celulosa; CNF = carbohidratos no fibrosos; EB = energía bruta. ALF= Alfalfa; NAR = Naranja.  
 ESM = error estándar de la media.

Según Luginbuhl *et al.*, (2000), la ingesta de materia seca se reduce linealmente con el aumento de FND dietario (52,4 – 62,1%) en cabras de la raza Boer y sus cruces. Una de las posibles razones de que haya diferencias significativas en cuanto a la ingestión entre las dos dietas es porque ambas son isoenergéticas y la forma de suministro de la ración. Es decir, a los 2 grupos de cabras se les ofrecía la misma cantidad de concentrado y forraje, en la dieta de naranja la ingestión de materia seca es menor, pudiendo residir este efecto en la ingesta de una mayor parte del concentrado, debido a que la consistencia del peletizado de hoja de naranja era menor que en la de alfalfa, encontrándonos una mayor fracción de finos en el fondo del comedero.

En cuanto a MS, MO y PB no tenemos diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ), siendo los valores para hoja de naranja un poco superiores a los de alfalfa. En un trabajo realizado por Hernandez *et al.*, (1992) con hoja de limón desecada al sol se obtuvieron los siguientes valores de MS, MO y PB (60,25; 68,50; 70,78).

Existen diferencias significativas estadísticamente ( $P < 0,05$ ) para el EE, siendo bastante superior el CD para la dieta de naranja, esto puede deberse a que la retención de esta dieta en el rumen es mayor al contener un porcentaje mayor de fibra, también puede ser debido a los aceites esenciales que contiene la hoja del naranjo. También en CNF se obtienen diferencias significativas, con unos valores superiores para la dieta de naranja, pudiendo ser debido a la mayor concentración de almidón en esta dieta.

En la Tabla 3 presento el balance energético para la dieta de alfalfa y naranja expresado en kilojulios por kilogramo de peso metabólico.

TABLA 3.

Balance Energético para las dos dietas expresado en kJ/kg de PV<sup>0,75</sup>.

	MEDIAS			P-Valor Diet
	DIETAS		ESM	
	ALF	NAR		
PV (Kg)	44,05	42,50	0,635	0,2443
EBI	1620,23	1334,23	72,127	0,0533
EHece	570,20	390,56	41,481	0,0336
EDI	1050,02	943,67	48,547	0,2963
EOrina-CN	44,89	47,95	1,985	0,4650
ECH <sub>4</sub>	58,60	53,75	0,890	0,0062
EMI	946,52	841,95	48,144	0,3006
PC	536,15	536,23	13,340	0,9977
ERLeche	300,77	281,04	16,446	0,5700
ERC	109,59	24,67	50,628	0,4258

PV= peso vivo; EBI= energía bruta ingerida; EHece= energía de las heces; EDI= energía digestible ingerida; EOrina= energía de la orina; ECH<sub>4</sub>= energía del metano; EMI= energía metabolizable ingerida; PC= producción de calor; ER leche= energía retenida en la leche ; ERC= energía retenida corporal (ERC = EMI - PC - ERLeche).

ALF= Alfalfa; NAR= Naranja.

ESM= error estándar de la media.

En la tabla anterior podemos observar como el peso vivo no existen diferencias significativas ( $P>0,05$ ), siendo el PV medio de los 10 animales 43,275 Kg.

Respecto a la energía bruta ingerida, se puede comprobar que la dieta de alfalfa tuvo una ingestión mayor ya que el consumo de materia seca también fue superior para esta dieta sin existir diferencia significativa alguna ( $P>0,05$ ).

En la energía en heces sí hemos obtenido diferencias estadísticas significativas ( $P<0,05$ ), siendo más alto este valor para la dieta de alfalfa que para la de naranja. Esta diferencia puede ser debida a la ingestión, ya que el grupo alimentado con la dieta de alfalfa tuvo una mayor ingestión.

La energía digestible ingerida ha sido mayor en la dieta que de alfalfa y no se han encontrado diferencia significativas ( $P>0,05$ ), el resultado era esperable ya que la ingestión de materia seca y la energía bruta ingerida era mayor para esta dieta. Tampoco se han obtenido diferencias significativas para la energía de la orina.

En cambio, respecto a la energía del metano sí se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ( $P<0,05$ ), en su investigación con hembras en lactación de la raza Murciano – Granadina, Aguilera *et al.*, (1990) citan unos valores obtenidos de  $E_{CH_4}$  desde 89 a 117 kJ/kg  $PV^{0,75}$  para unas dietas basadas en heno de alfalfa peletizada y cebada. Nuestros valores son inferiores a los del estudio, pudiendo ser los causantes de estas diferencias estadísticas.

Para poder obtener la energía metabolizable ingerida, se le resta a la energía digestible ingerida, la energía de las heces y del metano. Al obtener este valor observamos que no hay diferencias entre ambas dietas, resultándonos unos valores de 946,52 kJ/kg de  $PV^{0,75}$  para la dieta de alfalfa y 841,95 kJ/kg de  $PV^{0,75}$  para la dieta de naranja.

Aguilera *et al.*, (1990) en su investigación con cabras Murciano-Granadina en la mitad de la lactación con una dieta basada en heno de alfalfa peletizada y cebada en grano, obtiene valores de (EMI) que oscilan entre 628 y 1050 kJ/kg de  $PV^{0,75}$ . Otros autores, como Tovar-Luna *et al.* (2010), con razas más seleccionadas, como la Alpina, obtienen valores medios de EMI durante el fin de la lactación de 753 kJ/kg  $PV^{0,75}$  para cabras alimentadas con un 20% de concentrado y 1,190 kJ/kg  $PV^{0,75}$  cuando las cabras recibían un 60% de concentrado.

Aguilera *et al.*, (1990) obtuvieron valores medios de 578kJ/kg de  $PV^{0,75}$  para producción de calor (PC), en nuestro caso no se han dado diferencias estadísticamente significativas ( $P>0,05$ ), obteniendo unos valores de 536,15 kJ/kg de  $PV^{0,75}$  para la dieta de alfalfa y 536,23 kJ/kg de  $PV^{0,75}$  para la dieta de naranja, siendo la producción de calor la misma prácticamente para las dos dietas, también concordando estos valores con los citados anteriormente.

Tampoco tuvimos diferencias significativas ( $P>0,05$ ) para la energía retenida en la leche (ERL) obteniendo un valor ligeramente superior para la alfalfa (300,77) que para la naranja (281,04).

Por último y sin diferencias significativas ( $P>0,05$ ), la energía retenida corporal nos sale con un balance positivo, esta energía sobrante la ocuparán los animales para recuperar sus reservas corporales. Aunque la dieta de alfalfa ha tenido una energía retenida corporal bastante superior a la de naranja, podemos concluir con que las dos dietas son eficientes para la alimentación de las cabras en lactación.

En la Tabla 4 se muestran los valores de ácidos grasos volátiles obtenidos en el rumen.

TABLA 4.  
Parámetros del rumen y ácidos grasos volátiles (mmol/L).

	MEDIAS			P-Valor Diet
	DIETAS		ESM	
	ALF	NAR		
Ac.Acético	14,82	17,41	1,955	0,5627
Ac.Propionico	7,46	8,93	1,014	0,5245
Ac.Butírico	2,40	4,49	0,870	0,2682
Ac.Isobutírico	0,58	0,63	0,071	0,7499
Ac.Isovalérico	0,62	0,65	0,088	0,8891
Ac.N-Valérico	0,47	0,63	0,070	0,3316
Ac.N-Caproico	0,15	0,14	0,024	0,8133
Ac.Heptanóico	0,19	0,13	0,049	0,5746
Ac. Totales	26,73	33,03	3,537	0,4275

ALF= Alfalfa; NAR = Naranja.  
ESM = error estándar de la media

Shimada (1991), destaca que en dietas con alto contenido en forraje, el patrón de los AGV en fermentación ruminal fluctúa entre 65:25:10 – 70:20:10 (acetato:propionato:butirato). Los forrajes menos maduros tienden a producir cantidades algo menores de acético y mayores de ácido propiónico. Cuando suplementamos los forrajes con concentrados, también hace aumentar la proporción de ácido propiónico a expensas del acético, siendo muy apreciable este efecto en raciones con una gran cantidad de concentrado (0,7). Las proporciones de AGV varían entre 45:40:15 - 50:40:10. La molienda y el granulado de forrajes puede tener efecto en los AGV si la ración esta compuesta por forraje y concentrado.

Observando los valores de nuestra tabla, vemos que no tenemos diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en ninguno de los ácidos, para la dieta de alfalfa contamos con una proporción de acético, propiónico y butírico de 60:30:10 y para la dieta de naranja de 56:29:15.

Nuestra proporción de dieta ha sido para concentrado y forraje 55 - 45 respectivamente, al no tratarse únicamente de una dieta forrajera y teniendo un alto contenido de concentrado la cantidad de propiónico ha aumentado en las dos dietas, junto con la de butírico y disminuyendo el acético, asemejándose nuestros valores a lo descrito por Shimada (1991) para una dieta con alto contenido en concentrado.

En la Tabla 5 podremos observar la producción media de leche para la dieta de alfalfa y naranja y la composición química de esta.

TABLA 5.  
Producción (ml/d) y composición química de la leche (MS %).

	MEDIAS			P-Valor Diet
	DIETAS		ESM	
	ALF	NAR		
Producción	1325,25	1254,58	69,280	0,6293
MS	15,25	14,82	0,093	0,8290
Grasa	5,73	5,35	0,203	0,3738
Proteína	4,01	4,20	0,085	0,2969
Lactosa	4,75	4,58	0,040	0,0404

MS = materia seca

ALF= Alfalfa; NAR = Naranja.

ESM = error estándar de la media

En lo que a producción de leche se refiere podemos ver que no existen diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), aunque la dieta de alfalfa tiene una producción superior respecto a la de naranja de 70,67 ml/d. Esto puede deberse a que la dieta de alfalfa tiene una mayor ingestión (0,3 Kg/d) que la dieta de naranja.

Respecto al extracto seco magro, grasa y proteína de la leche no existen diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), además los valores de la media son muy parecidos.

En valores de lactosa obtenemos diferencia significativa ( $P < 0,05$ ). Fernández *et al* (2004) cita un rango de valores para grasa de 3,08-6,61, proteína 2,87-3,60, lactosa 5,12-5,77 y extracto seco 14,0-16,9. La lactosa se encuentra en solución con el agua y regula la cantidad de leche producida por la glándula mamaria.

Quiles y Hevia (2001), establecen unos valores de lactosa entre 4,4 y 4,7% en concordancia con los nuestros.

En la Tabla 6 presento los valores de ácidos grasos en leche.

TABLA 6.  
Ácidos grasos en leche.

	MEDIAS			P-Valor Diet
	DIETAS		ESM	
	ALF	NAR		
Butirico (C4:0)	0,68	0,67	0,025	0,9675
Caproico (C6:0)	1,63	1,59	0,048	0,6724
Caprilico (C8:0)	2,12	2,07	0,112	0,8442
Caprico (C10:0)	8,14	7,67	0,569	0,7011
Undecanoico (C11:0)	0,29	0,31	0,027	0,7167
Laurico (C12:0)	4,82	4,99	0,457	0,8702
Tridecanoico (C13:0)	6,39	6,74	0,373	0,6688
Mirístico (C14:0)	7,96	7,41	0,566	0,6526
Miristoleico (C14:1)	0,18	0,18	0,025	0,9986
Pentadecnoico (C15:0)	0,58	0,58	0,070	0,9696
Palmitico (C16:0)	23,82	20,48	1,189	0,1719

Palmitoleico (C16:1)	0,71	0,74	0,060	0,8181
Heptadecanoico(C17:0)	0,37	0,39	0,073	0,8633
cis-10-Heptadecenoico (C17:1)	0,16	0,26	0,049	0,3474
Estearico (C18:0)	3,97	4,02	0,659	0,9700
Elaidico (C18:1n9t)	0,58	0,73	0,162	0,6755
Oleico (C18:1n9c)	10,95	14,31	1,956	0,4232
Vaccenico (C18:1n7)	0,29	0,34	0,046	0,5935
Linolelaidic Acid (C18:2n6t)	0,13	0,15	0,012	0,6066
Linoleico Acid (C18:2n6c)	2,49	2,98	0,226	0,2996
Araquidico (C20:0)	0,09	0,08	0,005	0,0589
gamma-Linolenico (C18:3n6)	0,01	0,02	0,007	0,6121
cis-11-Eicosenoic (C20:1)	0,04	0,04	0,003	0,4265
Linolenico(C18:3n3)	0,24	0,26	0,023	0,7128
CLA 9c11t + 9t11c	0,35	0,41	0,048	0,5423
Behenico (C22:0)	0,04	0,01	0,006	0,0337
Araquidonico (C20:4n6)	0,19	0,22	0,012	0,2375
Ac grasos sin Tridecanoico	70,96	71,04	1,154	0,9768

ALF= Alfalfa; NAR = Naranja.

ESM = error estándar de la media

En términos generales, la grasa láctea está compuesta aproximadamente por 70% de ácidos grasos saturados, 26% de ácidos grasos monoinsaturados, y 4% de ácidos grasos poliinsaturados (Jensen, 2002).

Según nuestros resultados no hay diferencias significativas en los valores de ácidos grasos ( $P > 0,05$ ). En un trabajo realizado por Alonso *et al.*, (1999) destaca como ácidos grasos saturados más importantes cuantitativamente el palmítico (en un porcentaje del 25,8-31,6%), el esteárico (7,4-10,7%) y el cáprico (9,6-10,6%). En cuanto a los ácidos grasos monoinsaturados, el más abundante es el oleico (18,2-21,5%). Los ácidos grasos poliinsaturados aparecen en la leche de cabra en un porcentaje bajo, destacando el linoleico (3,2-4,3%) y el linolénico(0,4-0,5%). También cabe destacar que la composición de ácidos grasos de cadena corta (igual o menos a 10 carbonos) es aproximadamente el doble que la leche de vaca.

Observando nuestros valores vemos que se asemejan a los descritos por Alonso *et al.*,(1999).

Por último en la Tabla 7 muestro los valores relacionados con la producción de metano de los animales para las dos dietas.

TABLA 7.  
Producción de metano (CH<sub>4</sub>)

	MEDIAS			P-Valor Diet
	DIETAS		ESM	
	ALF	NAR		
g CH <sub>4</sub> /d	17,90	16,03	0,200	<0,0001
% CH <sub>4</sub> / EBi	3,77	5,53	0,566	0,1365
gCH <sub>4</sub> /Kg MSI	11,14	16,30	1,668	0,1361
gCH <sub>4</sub> /Kg OMI	12,56	19,17	2,170	0,1434
gCH <sub>4</sub> /Kg leche	14,47	14,73	1,018	0,9029

ALF= Alfalfa; NAR = Naranja.

ESM = error estándar de la media

Entre los tipos de animal, los rumiantes emiten significativamente mayores cantidades de CH<sub>4</sub> que los no rumiantes debido a la elevada población de bacterias productoras de metano que habitan en el retículo-rumen (Crutzen *et al.*, 1986; Moss *et al.*, 2000). La producción de metano puede representar entre el 2 y 11% de la energía bruta consumida por el rumiante (Johnson y Johnson, 1995).

Observando los resultados obtenidos en lo que a KJ/día y g/día de metano se refiere, se puede ver que existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en ambos valores, la ingestión de materia seca ha sido mayor en la ración que contenía alfalfa, la producción de CH<sub>4</sub> también ha sido mayor en esta.

En un estudio hecho en ovejas por Pelchen y Peters (1998), se obtiene que las emisiones de metano (g/día) aumentan al incrementarse la digestibilidad de la ración, hasta llegar a cierto punto en que las emisiones de metano se reducen de forma insignificante.

Generalmente al aumentar la cantidad de alimento ingerido, aumenta la tasa de producción de CH<sub>4</sub> por kg. de alimento ingerido, aunque esto no es siempre así, esta puede disminuir si la tasa de ingestión es mayor. Esta variación se debe fundamentalmente a que al aumentar la ingestión de materia seca se acelera el paso del alimento por el aparato digestivo, disminuyendo el tiempo disponible para la fermentación ruminal (Hindrichsen *et al.*, 2006).

En cuanto al porcentaje de CH<sub>4</sub> por EBI y a los gCH<sub>4</sub>/Kg de MSI, MOI y leche no hay diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), aunque sí podemos ver en la tabla unos valores mayores de producción de CH<sub>4</sub> para la dieta de hoja de naranja. La producción de CH<sub>4</sub> en leche también es ligeramente superior para esta dieta, aunque la producción total de leche ha sido un poco menor.

Es de esperar que la producción de metano sea menor cuando los animales son alimentados con dietas altas en concentrados (Fathey *et al.*, 1988).

## **5. CONCLUSIONES**

Es posible utilizar la dieta de hoja de naranja como sustituta de la alfalfa obteniendo unos buenos resultados en cuanto a la cantidad y calidad de la leche.

Aunque la ingestión de materia seca para esta dieta fue menor, los coeficientes de digestibilidad son casi siempre mayores en esta dieta, por lo que tiene una buena digestibilidad aunque la ingesta sea menor.

El balance energético es algo menor para la dieta de naranja debido a la menor ingestión de esta.

Por lo tanto, debido al precio de este subproducto, podría ser una alternativa a la alfalfa en la alimentación de rumiantes.

En el caso de una sustitución de la alfalfa por hoja de naranja en la dieta de cabras se recomienda sustituir a esta en un porcentaje aproximado del 50% ya que hubo un rechazo mayor del pellet en hoja de naranja.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

**Aguilera, J. F.; Prieto, C. and Fonollá, J. 1990.** Protein and energy metabolism of lactating Granadina goats. *Britain Journal Nutrition*, 63: 165-175.

**Alonso L., Fontecha J., Lozada L., Fraga M.J., Juárez M. 1999.** Fatty acid composition of caprine milk: major, branched-chain and trans fatty acids. *Journal of Dairy Science*, 82: 878-884.

**AOAC, 2000.** Official method 920.39. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 18th edition. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA, EEUU.

**AOAC. 2000.** Official method 942.05. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 18th edition. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA, EEUU.

**AOAC, 2000.** Official method 973.18. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 18th edition. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA, EEUU.

**Batey, I.L., 1982.** Starch analysis using thermostable alpha- amylases. *Starch/Stärke*. 34: 125-128.

**Brouwer, E. 1965.** *Report of sub-committee on constants and factors*. In: Blaxter, K.L. (Ed.), Pages 441-443 in *Proc. of the 3<sup>th</sup> Symposium on Energy Metabolism*. EAAP.Publ. 11. Academic Press, London.

**Cervera Fras C., Martínez Pascual J., Fernandez Carmona J.**  
<https://www.dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2915581.pdf>

**Crutzen, P.J.; Aselman, I. and Seiler, W. 1986.** Methane production by domestic animals, wild ruminants, other herbivorous fauna, and humans. *Tellus*, 38: 271-284.

**Delgado Pertíñez M., Gomez Cabrera A., Garrido Varo A., Guerrero Ginel J.E.**  
*Revista Mundo ganadero* 1994-12. pp 44-48.

**FAO (Food and Agriculture Organization). 2012.** Estadísticas de FAOSTAT para Leche de Cabra (Fresca) para 2010. Disponible en: <http://www.faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#anchor>

**FAO (Food and Agriculture Organization). 2012.** Estadísticas de FAOSTAT para producción de naranjas de 1994 a 2014. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

**Fathey G. C. and Berger L. L., 1988.** Carbohydrate nutrition in ruminants. Church D. C. (Ed.), *The ruminant animal: Digestive Physiology and Nutrition*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, pp. 269-297.

**Fernandez, C. Garcés, C. Soler, M<sup>a</sup> D. 2004.** Ganado caprino, en: *Producción y*

calidad de la leche de cabra. Ed: Agrícola Española S.A. 89-105.

**Hernandez Ruiperez F., Pulgar Gutierrez M.A., Cid Diaz J.M. y Ocio Trueba E.** Digestibilidad y valoración energética para la especie caprina de las hojas de limonero desecadas al sol. Archivos de zootecnia vol. 41, núm.155, pp. 639-644.

**Hindrichsen, I.K., H.R. Wettstein, A. Machmuller and M. Kreuzer. 2006.** Methane emission, nutrient degradation and nitrogen turnover in dairy cows and their slurry at different milk production scenarios with and without concentrate supplementation. Agr. Ecosyst. Environ., 113: 150-161.

**Jensen, R.G. 2002.** The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. J Dairy Sci, 85: 295-350.

**Johnson, K.A. and Johnson, D.E. 1995.** Methane emissions in cattle. J. Anim. Sci., 73: 2483-2492.

**Lacenfield.1999.** Queen of the forage crops. In The 28th National Alfalfa Symposium 18th Annual Kentucky Alfalfa Conference. Disponible en: <http://www.repository.lasalle.edu/bitstream/handle/10185/6272/T13.11%20C576p.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**Luginbuhl, J. M.; Poore, M. H.; Conrad, A. P. 2000.** Effect of Level of Whole Cottonseed on Intake, Digestibility, and Performance of Growing Male Goats Fed Hay-Based Diets. Journal Animal Science, 78: 1677–1683.

**MAAMA. 2012.** Estadísticas Lácteas, Resultados 2001 a 2010. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.marm.es/es/estadistica/temas/estadisticalactea/estadisticalacteaanual/default.aspx#para45>

**MAAMA. 2012bis.** Encuestas Ganaderas, Resultados 2002 - 2010. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.marm.es/es/estadistica/temas/encuestas-ganaderas/#para7>

**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

**Mertens, D.R. 2002.** Graviemtric determinación of amylase-treated neutral fiber in feeds with refluxing beakers or crucibles

**Moss, A.R.; Jouany, J.P. and Newbold, J. 2000.** Methane production by ruminants: its contribution to global warning. Ann. Zootech., 49: 231-253.

**MURCIGRAN. 2013.** Federación Española de Criadores de Caprino de Raza Murciano-Granadina. Disponible en: <http://www.murcigran.es/la-raza-murciano-granadina/4-distribucion-y-censo>

**Pelchen, A.; Peters, K. J. 1998.** Methane Emissions from Sheep. *Small Ruminant Research*, 27: 137-150.

**Pérez-Baena I y Franch-Dasí, J. 2014.** Reflexiones sobre la situación actual, evolución y perspectivas de futuro del sector caprino a nivel mundial. pp.78-82.

**Quiles A., Hevia M.L. 2001.** La leche de cabra (I): Lípidos, proteínas y glúcidos. *Ganadería*, 8: 34-41.

**Shimada, Y.A. 1991.** Metabolismo de los carbohidratos. En: Pérez D.M. Ed. *Manual sobre ganado productor de leche*. Ed. Diana México. pp. 44-63.

**Van Soest, P. J. Robertson, J.B. & Lewis, B.A. 1991.** Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583-3597.