

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

**Master Universitario Oficial en
Ingeniería Agronómica**



**ESTUDIO DE SUBPRODUCTOS PARA
ALIMENTACIÓN ANIMAL EN LA VEGA
BAJA**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Septiembre - 2016

AUTOR: Rafael Almarcha Agulló

DIRECTOR/ES: Gema Romero Moraleda

José Ramón Díaz Sánchez

REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Estudio de subproductos para alimentación animal en la Vega Baja

Title: Study byproducts for animal feed in the Vega Baja

Modalidad (proyecto/experimental): Experimental

Type (project/research): Research

Autor/Author: Rafael Almarcha Agulló

Director/es/Advisor: Gema Romero Moraleda y José Ramón Díaz Sánchez

Convocatoria:

Month and year: Septiembre, 2016

Número de referencias bibliográficas/number of references: 47

Número de tablas/Number of tables: 11

Número de figuras/Number of figures: 12

Número de planos/Number of maps: 0

Palabras clave (5 palabras): cabra, subproducto, ingestión, preferencia, alcachofa.

Key words (5 words): goat, agro-product, intake, preference, artichoke.

RESUMEN (mínimo 10 líneas):

En este trabajo se estudia el efecto de la incorporación de ensilado de dos subproductos agroindustriales como las brácteas de alcachofa (*Cynara scolymus*) y el brócoli (*Brassica oleracea itálica*), un ensilado de subproducto agrícola como la planta de alcachofa y un ensilado de forraje natural de carrizo (*Phragmites australis*), en la ingestión de ganado caprino de la raza Murciano-Granadina. Se emplearon cuatro chotas distribuidas en cuatro jaulas separadas donde recibieron raciones durante 15 días a base de heno de alfalfa, paja de cebada, concentrado y los 4 alimentos del ensayo durante el período preexperimental. El período experimental duró 4 días, donde se les suministraron los cuatro alimentos y se tomaron datos de ingesta de estos de forma separada. El alimento preferido por las cabras fue el de brácteas de alcachofa frente a los demás, seguido del silo de planta.

ABSTRACT (10 lines or more):

In this paper the effect of the incorporation of silage two agro-products like bracts artichoke (*Cynara scolymus*) and broccoli is studied (*Brassica oleracea italicized*), silage agricultural product as artichoke plant and silage natural forage reed (*Phragmites australis*), in the intake of goats of Murciano-Granadina breed. Four cops on four separate cages where they received rations for 15 days based on alfalfa hay, barley straw, concentrated and the 4 test foods during the pre-experimental period were used. The experimental period lasted 4 days, where they were provided with the four food intake data and these were taken separately. The preferred food for the goats was the artichoke bracts front of others, followed silo plant.

Agradecimientos

Agradecer a mis directores de Trabajo Final de Máster, Gema y José Ramón, a la vez que a todos los compañeros de granja y laboratorio de la UMH, en especial a Paula, que me ha acompañado todos los días de trabajo. Sin ellos este trabajo no se podría haber realizado.

Trabajo realizado en el marco de la Cátedra Aproveitia de la UMH , el proyecto financiado por la Consellería de Educació, Cultura i Esport de la Generalitat Valenciana (GV/2015/033), y el proyecto financiado por el Ministerio de Economía y competitividad (AGL2015-64518-R)



Índice

1.	Introducción.....	1
1.1.	Importancia socio-económica del caprino lechero	1
1.2.	Importancia socio-económica de los subproductos agrícolas.....	6
1.3.	Alimentación de rumiantes con subproductos agroalimentarios	8
1.3.1.	Definición de subproductos agroalimentarios	8
1.3.2.	Comportamiento alimenticio y necesidades nutritivas del ganado caprino lechero	9
1.3.3.	Interés de los subproductos para alimentación animal	11
1.3.4.	Métodos de conservación de subproductos	12
1.4.	Factores que afectan a la ingestión de productos fibrosos a los rumiantes.....	14
1.5.	Antecedentes	19
2.	Objetivos.....	22
3.	Metodología (Material y métodos).....	23
3.1.	Área de estudio	23
3.2.	Animales del experimento	25
3.3.	Alimentos del experimento	25
3.4.	Diseño experimental	27
3.5.	VARIABLES ANALIZADAS	28
3.6.	Análisis estadístico	30
4.	Resultados y discusión	32
4.1.	Resultados	32
4.2.	Discusión	37
5.	Conclusiones.....	40
6.	Bibliografía.....	41

1. Introducción

Actualmente, los ganaderos se enfrentan a problemas durante su actividad, como son la disponibilidad de mano de obra, para la realización de las labores en granja, la obtención de productos de calidad adecuada para la alimentación del ganado, el control de enfermedades o la mejora genética de este. En definitiva, todo tiene que ver con un problema económico en el que hay que ajustar y afinar mucho los costes de explotación para obtener beneficios.

Una de estas patas económicas que posee el ganadero, la alimentación, será estudiada en el presente trabajo desde su aspecto nutritivo. Se trata del empleo de subproductos en la alimentación de ganado caprino lechero en una zona agrícola como es la Vega Baja.

Para el empleo de estos subproductos en el ganado caprino lechero, es adecuado conocer aspectos como la importancia socio-económica de esta actividad y de los subproductos agrícolas, de forma que el impacto de uso de estos subproductos tenga cierta relevancia. También, se ha de conocer tanto las necesidades nutritivas del ganado caprino lechero, como la composición y conservación de los subproductos a emplear, teniendo en cuenta la aceptación de estos por parte del ganado.

En el presente trabajo se realizará un estudio de cafetería, en el cual se analizará la preferencia de ingestión para diferentes subproductos agrícolas de la Vega Baja, por parte de pequeños rumiantes, que serán cabras de raza Murciano-Granadina.

1.1. Importancia socio-económica del caprino lechero

El sector caprino lechero se encuentra en continua evolución y mejora, intentando ajustarse a los problemas que se presentan en la actualidad. En España ha estado siempre relegado a las zonas rurales, donde estos sistemas se han vinculado al territorio, fijando así población en estas zonas. Este ha sido un sector olvidado en cierto modo, pero cada vez más, se está profesionalizando la actividad, dando paso a mejoras productivas, sanitarias y de bienestar animal.

Actualmente el principal producto obtenido de las explotaciones caprinas en España es la leche, ya sea para consumo en fresco, como para productos elaborados, aunque se obtiene carne en todas las explotaciones lecheras (Castel *et al.*, 2007).

Según datos obtenidos de diferentes fuentes estadísticas como son FAOSTAT y MAGRAMA se pueden analizar a lo largo de los últimos años las producciones lecheras, cabezas de ganado y rendimientos para toda Europa y España.

En el caso de la Figura 1 se aprecia como la tendencia es descendente en cuanto a número de cabezas de ganado se refiere. Hay que decir que los datos de los datos de los 5 últimos años, se trata de encuestas. Esto se explica mejor, junto con la Figura 2 de rendimiento lechero.

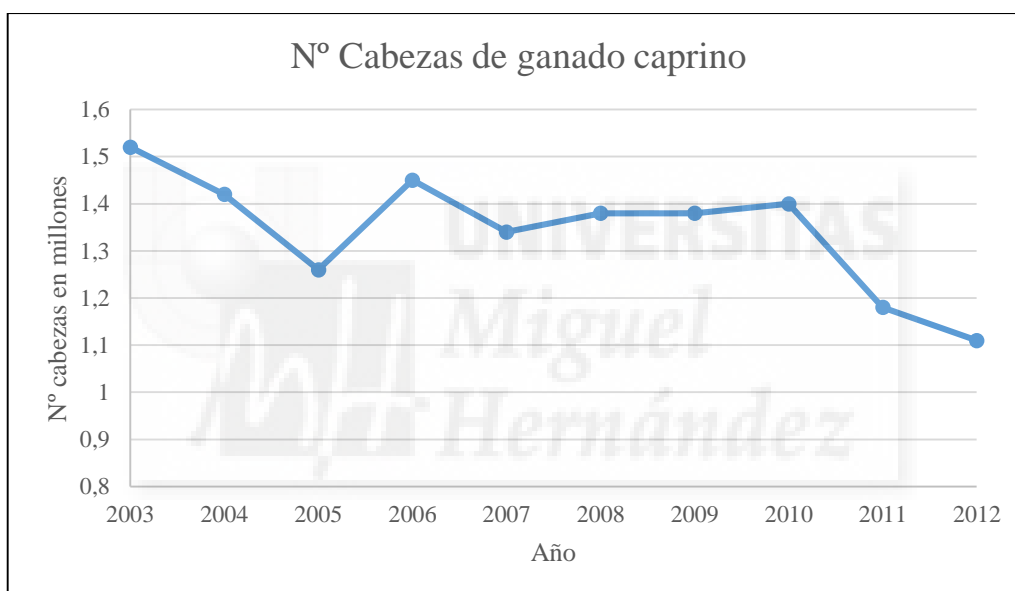


Figura 1: Nº de cabezas de caprino lechero en España a lo largo de los 9 últimos años. Fuente: MAGRAMA, 2015.

En este gráfico (Figura 2) de rendimiento, se aprecia una ligera tendencia de mejora en el rendimiento del ganado caprino lechero en España, que va de los 320 litros por cabra y año en 2003, hasta los 385 litros en 2013. Esta tendencia se ha conseguido gracias a la mejora genética, el manejo y la alimentación de este ganado.

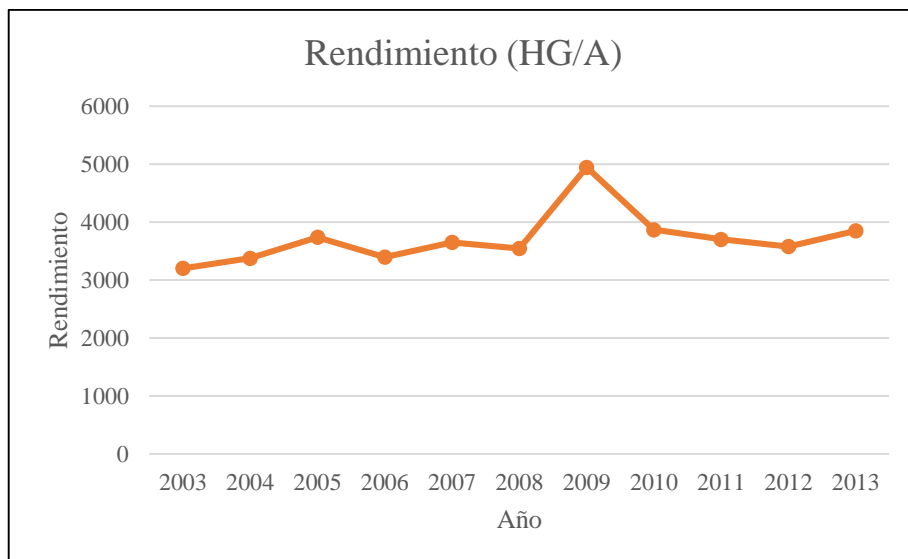


Figura 2: Rendimiento de litros por animal y año a lo largo de los últimos 10 años. HG: Hectogramos. Fuente: FAOSTAT, 2013.

La producción total ha variado según datos oficiales recogidos por FAOSTAT de 486.800 litros en año 2003, aumentando hasta el año 2010 donde se registró una producción de 522.113 litros y descendiendo hasta los 471.999 litros en el año 2013. En definitiva la producción se podría decir que se mantiene gracias al aumento del rendimiento, puesto que viene descendiendo el número de cabezas de ganado caprino lechero.

Según el MAGRAMA la distribución se sitúa como representa la Figura 3, donde las comunidades que mayor censo caprino poseen son Andalucía, con un 36%, Castilla y La Mancha, con un 15%, Canarias con un 12% y Extremadura con un 10%. Estas cuatro comunidades poseen más de un 70% del censo total de España, mientras que entre la Comunidad Valenciana y Murcia, se llega entorno al 10%. Es cierto también que la superficie no es comparable a Andalucía o Castilla La Mancha, por lo que habría que intentar analizar más a fondo el número de cabezas de ganado por superficie en las diferentes comunidades para obtener un peso o carga de estas en cada una.

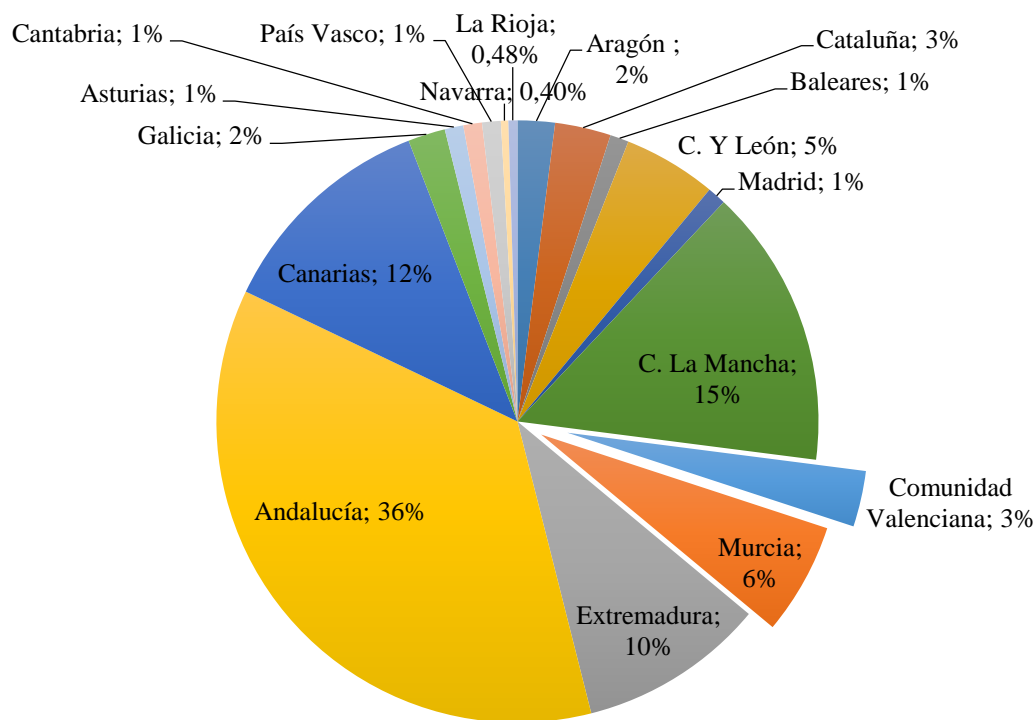


Figura 3: Distribución del censo caprino por Comunidades Autónomas. Resultado de encuestas ganaderas MAGRAMA, 2010.

Para situarnos dentro de un mundo global, tenemos que comparar España a nivel internacional, con los principales productores de leche europeos. Como se observa en la Tabla 1, los datos para el año 2013, España se presenta como el segundo país de Europa en cabezas de ganado lechero, por detrás de Grecia, que cuenta con más de 3 millones. En tercer lugar encontramos a Francia con más 850.000 y por último Italia que cuenta con un poco más de medio millón.

En el apartado del rendimiento, Francia copa la primera plaza con 655 litros por cabra al año, seguida por España con 385 litros por cabra al año y Grecia e Italia respectivamente. En estos rendimientos tan diferenciados, actúan muchos factores comentados anteriormente, como son el clima, la raza, la alimentación y el manejo de los animales.

Tabla 1: Censo, Rendimiento y Producción del Caprino Lechero para los principales países Europeos. Fuente: FAOSTAT (2013).

Países (UE)	Nº cabras	Rendimiento	Producción
		(Litros por cabra al año)	(Litros al año)
España	1.226.000	385	472.010.000
Francia	885.559	655	580.041.145
Grecia	3.300.000	103	339.900.000
Italia	565.000	48,7	27.515.500

La producción total que se ve afectada por el número de cabezas de ganado y el rendimiento lechero, sitúa a Francia por delante de España, Grecia e Italia respectivamente. Este rendimiento tan alto hace que adelante a España y Grecia, a pesar de que estas presentan un mayor número de caprino lechero.

Por supuesto, también es conveniente analizar fuera de la Unión Europea donde se sitúa la producción lechera caprina.

Como se observa en la Tabla 2, a nivel mundial queda reflejado el número de cabezas de ganado lechero caprino por continentes. Destacan Asia y África como los dos continentes que más cabezas tienen, llegando hasta el 90% del total. Europa solo representa el 5% del total de cabezas de ganado lechero caprino, al cual le sigue América con un 4,40% y por último Oceanía donde este es casi inexistente en comparación con los demás continentes.

Tabla 2: Distribución del censo caprino lechero en el año 2010. Fuente FAOSTAT (2013).

Continentes	Censo Caprino lechero (cabezas)	%
Asia	110.910.531	58,05
África	61.926.074	32,24
América	8.421.090	4,40
Europa	9.800.531	5,13
Oceanía	1.400	0,0007
Mundo	191.059.335	100

Una vez expuestos algunos datos de censos y producción del caprino español, es conveniente analizar las funciones que tienen a todos los niveles, tanto productivos como socioeconómicos o medioambientales. Según señalan Calatrava y Sayadi (2005), los sistemas caprinos tienen una primera función a nivel de la explotación en la producción de leche y carne, una segunda función como fuente de materia prima de un sector transformador y diferentes funciones terciarias en otros campos. En este sentido, se puede hablar de la influencia de la producción caprina en otros sectores vinculados con la producción animal, como los relacionados con la alimentación o la sanidad, o del impacto social que tiene la producción caprina en las comunidades rurales, al ser útil para la fijación de la población, la protección del fuego o el agroturismo. Estas funciones terciarias están relacionadas con la multifuncionalidad, que es uno de los aspectos que se intenta desarrollar en la nueva Política Agraria Común (PAC) de la UE. Por ello, se puede afirmar que la explotación del ganado caprino, es esencial para el desarrollo global del territorio en muchas zonas desfavorecidas de España, en las que este tipo de explotación es tradicional.

1.2. Importancia socio-económica de los subproductos agrícolas

La generación de restos sólidos en el sector de transformados vegetales es importante sobre todo en cuanto a su volumen, diferenciándose los residuos generados entre orgánicos, inertes y peligrosos. De los datos obtenidos del sector agrícola se puede concluir que el 83% de los residuos generados corresponde a los orgánicos (procedentes de operaciones de corte, troceado, pelado, etc.). El 16% está formado por residuos inertes correspondientes a cartón, plástico, chatarra, vidrio, hojalata, etc. El 0,7% perteneciente a otros residuos, lo componen los lodos de depuradora o aceites de fritura, y tan solo el 0,3% corresponden a residuos peligrosos (Ros *et al.*, 2012).

Dentro de los restos sólidos orgánicos que genera la industria de transformados vegetales podemos hacer una distinción clara entre residuos y subproductos. Por una parte se considera subproducto a todos los restos vegetales que se derivan de la materia prima de frutas y hortalizas procesada. Esto es así porque es un resto resultante del proceso de producción al que se le da un uso posterior como alimentación animal (Directiva Europea 99/31/CE), que se realiza de forma directa sin ser sometido a ningún tipo de transformación y sin generar impactos adversos para la salud o el medio ambiente. Por otra parte, como residuo orgánico más común y generado en cantidades notables de la

industria de transformados vegetales están los lodos de depuración. Este es un residuo que podríamos considerar como “nuevo” dentro de este sector ya que es consecuencia de la instalación de depuradoras de tipo biológico que se está produciendo en los últimos 10-15 años (Hispagua, 2003).

Existen valores aproximados de los porcentajes de restos vegetales, en función de la materia prima procesada y en los que influye su proceso de transformación. En la Tabla 3 quedan representados algunos de estos valores, donde puede apreciar como oscilan entre el 13% y el 65% de restos vegetales.

Tabla 3: Porcentajes de restos generados en función de la materia prima procesada. Fuente: Ros *et al.* (2012).

Materia prima	Tipos de restos	% restos total
Alcachofa	Brácteas, tallos	60-65
Melocotón	Pieles, huesos	22-28
Albaricoque	Pieles-huesos	10-25
Tomate	Piel, pepita, podridos	15
Pera	Piel, peciolo, corazón	42-45

Sin embargo como se aprecia en la Tabla 4, se han clasificado la materia prima procesada en toneladas al año.

Tabla 4: Cantidad de materia prima procesada en el año 2008 en conservas vegetales. Fuente: Ros *et al.* (2012).

Materia Prima	Toneladas procesadas/año 2008
Alcachofa	120.000
Melocotón	120.000
Albaricoque	65.000
Tomate	29.000
Pera	19.500

1.3. Alimentación de rumiantes con subproductos agroalimentarios

Como se ha visto anteriormente la alimentación es una variable importantísima en la viabilidad de una explotación ganadera, dado que se ve afectada por las fluctuaciones del precio de los concentrados, así como de la fibra y que son importantísimos en la producción lechera.

Una posible solución se encuentra en la utilización de subproductos agrícolas, así como de alimentos forrajeros alternativos, que proporcionen parte de esa fibra y proteína básica en la alimentación de los rumiantes, reduciendo de esta forma el coste de la alimentación y obteniendo un beneficio medioambiental (Wadhwa *et al.*, 2013).

1.3.1. Definición de subproductos agroalimentarios

La adopción de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de Noviembre de 2008, sobre los residuos, ha supuesto la incorporación del concepto de “subproducto” al ordenamiento jurídico de la Unión Europea de tal manera, que un objeto o sustancia nada más tiene que considerarse como subproducto cuando se reúnen determinadas condiciones y así lo declare la Unión Europea.

La Directiva 2008/98/CE, de residuos ha sido incorporada al derecho Español por medio de la Ley 22/2011, del 28 de Julio, de Residuos y Suelos Contaminantes. En el artículo 4, donde se regula el régimen jurídico aplicable a subproductos, se establece que “Una sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto; entonces será considerado como subproducto y no como residuo” definido en el artículo 3, apartado *a*, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Que se tenga la seguridad de que la sustancia u objeto va a ser utilizado ulteriormente.
- b) Que la sustancia u objeto se pueda utilizar directamente sin tener que someterse a una transformación ulterior distinta de la práctica industrial habitual.
- c) Que la sustancia u objeto se produzca como parte integrante de un proceso de producción.
- d) Que el uso ulterior cumpla todos los requisitos pertinentes relativos a los productos así como a la protección de la salud humana y del medio ambiente, sin

que produzca impactos generales adversos para la salud humana o el medio ambiente.

No obstante, el cumplimiento de estas condiciones para cualquier sustancia u objeto no es suficiente para que el productor inicial pueda otorgarle el nombre de subproducto. Esta consideración tiene que estar supeditada a la valoración de la Comisión de Coordinación en Materia de Residuos (MAGRAMA, 2015).

1.3.2. Comportamiento alimenticio y necesidades nutritivas del ganado caprino lechero

La alimentación de caprino lechero, como rumiante que es, se parece a la alimentación de vacuno y ovino, en cuanto a la proporción de fibra y proteína se refiere. A pesar de esto, los hábitos de pastoreo, actividad física, requerimientos de agua presentan diferencias entre el caprino y los demás rumiantes.

El criterio esencial que distingue a la cabra de otros rumiantes es su comportamiento alimentario que revela una gran capacidad selectiva frente a los componentes de la dieta, en especial, respecto a los forrajes. Las cabras muestran un interés mayor por las fracciones ricas en proteína que sobre las que contienen un elevado porcentaje de fibra o celulosa (Masson *et al.*, 1991). Así, en los ensilados buscan granos y en las alfalfas buscan las hojas, dejando los tallos y las partes más molidas o pulverulentas. Este comportamiento selectivo para los forrajes disminuye con el picado (reducción del tamaño) de los mismos y cuando aumenta la proporción de concentrados en la dieta. Para los concentrados, el porcentaje de rechazos es mayor durante la fase final de gestación e inicio de lactación (Morand-Fehr *et al.*, 2005), por lo que resulta adecuado durante estos periodos aumentar la densidad energética (DE) del pienso o del concentrado.

El objetivo primordial de una alimentación animal adecuada es el aporte de raciones equilibradas evitando así problemas nutricionales o de toxicidad proporcionando seguridad al producto de cara al consumidor final.

La composición de los alimentos para el ganado a de cubrir las necesidades alimentarias con suficiencia, contiendo la proporción adecuada de:

- Hidratos de Carbono: Son fuente de reserva energética (azúcares y almidones) y soporte estructural (fibra).
- Proteínas: Son moléculas nitrogenadas de gran tamaño esenciales en la dieta, intervienen en casi todos los procesos vitales. Su unidad básica son los aminoácidos.
- Grasas: Son fuente de reserva de gran valor energético, forman parte de ácidos grasos y vitaminas y se acumulan en el tejido adiposo para suplir carencias.
- Minerales: Son necesarios en pequeñas cantidades, participan en funciones metabólicas diversas y son componentes estructurales de órganos y tejidos.

El manejo de la alimentación es importantísimo de forma que se cubran todas las necesidades nutritivas. Para ello deben hacerse lotes de animales con necesidades energéticas y proteicas similares, como pueden ser cabritos, cabritas de reposición, cabras en reposición, cabras secas en final de gestación y machos.

El comportamiento de la cabra a la hora de alimentarse es caprichoso, selectivo al máximo, flexible y oportunista, jerárquica y posee una gran palatabilidad. Por ello la forma de alimentar al ganado dependerá del sistema de explotación.

- En el sistema extensivo (pastoreo) supone un gasto extra energético para la cabra, puesto que ha de moverse en busca del pasto. Para evitar largas caminatas es adecuado emplear cercas.
- En el sistema semiextensivo (pastoreo más suplemento) las cabras salen a pastorear cuando más alimento hay, que es en primavera y en verano retirarlas para darles suplemento, de forma que la ración sea adecuada a las necesidades energéticas y proteicas.
- En el intensivo (alimentación en estabulación), se han de cuidar los espacios para la alimentación, así como las raciones que han de ser equilibradas y mezcladas para evitar la selección.

Las necesidades del rebaño serán tanto proteicas como energéticas (Materias nitrogenada digeribles y unidades forrajeras leche). Para las hembras en mantenimiento y principio de gestación (3 primeros meses), con un peso medio de 60 kg, se necesita para su mantenimiento 0,81 UFL (1.408 Kcal de Energía Neta). Las necesidades de proteína se sitúan entre 0,6-0,8g MND/kg de peso vivo.

Para las hembras en la final de gestación (2 últimos meses), las necesidades aumentan considerablemente debido al desarrollo del feto y de los tejidos placentarios. Aumentan en especial las necesidades de MND con respecto al mantenimiento (MAGRAMA, 2007).

1.3.3. Interés de los subproductos para alimentación animal

El ganado desempeña un papel fundamental en el sustento de ganaderos, aportándoles suficiencia económica y alimenticia. Si se tomase el año 2010 como base, en 2050 el mundo necesitaría un 73% más de carne y un 58% más de leche, mientras que se prevé que los países estén en 109% y 116% respectivamente (FAO 2011). Para poder cumplir con esta demanda de alimentos, se requerirá gran cantidad de recursos alimentarios como los piensos, lo que supondrá un desafío para la sostenibilidad de la producción de piensos mundial. En la mayoría de los países en desarrollo ya hay una escasez notable, como por ejemplo Bangladesh se enfrenta a un déficit de 49,4% y 81,9% para forrajes y concentrados (Sultana *et al.*, 2014), mientras que en Pakistán la escasez es del 43,9 %, 49,7% y 44,2 % de materia seca (MS), proteína bruta (PB) y nutrientes digestibles totales (TDN) respectivamente (Habib, 2008). En China y en la India también se registraron déficits en diferentes alimentos para ganado como se recogen diferentes autores (Jie Chen, 2012), (Ravi Kiran *et al.*, 2012). El área de producción de forraje no se podrá aumentar debido al aumento de población y la urbanización, además que la ganadería intensiva tiene limitación por el elevado empleo de combustibles fósiles, competencia por los alimentos y otros factores limitantes.

Los precios mundiales de ingredientes como el maíz, el trigo, la harina de pescado y la harina de soja están subiendo en un 160, 118, 186 y 108 %, respectivamente, la última década, mientras que la carne de ave, cerdo y cordero solo ha subido un 59, 32 y -37% (Index Mundi, 2013).

En estas condiciones para satisfacer las necesidades de nutrientes de ganado, y para mantener la productividad y rentabilidad parece que sólo será posible si se elaboran piensos alternativos más asequibles. El continuo cambio de cultivos de cereales a frutales más rentables y cultivos de hortalizas en muchos países asiáticos dará lugar a una disminución de la oferta de cereales y un aumento de residuos de cultivos para la alimentación animal. Este cambio ya es apreciable en el norte de la India, donde se están obteniendo grandes cantidades de subproductos y residuos de frutas y hortalizas. Estos

residuos están siendo depositados en zanjas, provocando así un deterioro medioambiental. Alternativas como el empleo de los mismos en granjas como alimento o para elaborar productos de valor añadido, convertiría los desechos en oportunidades de desarrollo, además de contribuir a la intensificación sostenible en la industria ganadera.

1.3.4. Métodos de conservación de subproductos

El método principal de conservación de subproductos agrícolas es el ensilaje aunque existen otros métodos como es el henificado, que se basan en la desecación del alimento y no, como en el caso del ensilaje, que se pretende preservar la mayor parte de las características del alimento. Esta es una técnica de conservación de forraje o subproductos agrícolas, que se logra por medio de una fermentación láctica espontánea bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias epífíticas del ácido láctico fermentan los carbohidratos hidrosolubles del subproducto, produciendo ácido láctico y en menor cantidad ácido acético. Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción. Una vez el material fresco ha sido almacenado, compactado y embolsado (en la mayoría de casos se embolsan) para excluir el aire, el proceso de ensilaje se puede dividir en cuatro etapas (Weinberg y Muck, 1996; Merry et al., 1997):

- Fase aeróbica: El oxígeno disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como son las levaduras y las enterobacterias. Además existe una actividad importante de diferentes enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga entre 6,5 y 6.
- Fase de fermentación: Comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Se puede alargar desde varios días a varias semanas, dependiendo del material a ensilar y de las condiciones de este. Si se desarrolla con éxito, la actividad de ácido láctico proliferará y se convertirá en población dominante. A causa de esto el pH bajará entre 3,8 y 5.
- Fase estable: mientras el material se encuentre sin oxígeno, pasarán pocos cambios. La mayoría de microorganismos de la segunda fase disminuyen su presencia debido al ambiente ácido, donde algunos microorganismos acidófilos sobrevivirán a esta fase de forma inactiva. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas continuarán activas pero a menor ritmo.

- Fase de deterioro aeróbico: comienza con la apertura del silo y la exposición del material al aire externo. Es inevitable cuando se quiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de su explotación debido a una rotura o un mal embolsado. Este período se puede dividir en dos etapas, la primera, se debe al inicio de degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de las levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto induce a un aumento del pH, provocando el inicio de la segunda etapa. En esta se constata un aumento de la temperatura y la actividad de los microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos. Las pérdidas por el deterioro del silo oscilan entre 1,5 y un 4,5% de materia seca diaria (Honig y Woolford, 1980).

Todos los subproductos poseen unas propiedades que los diferencian unos de otros. Las propiedades que más contribuyen a diferenciarlos son el contenido en humedad y en nitrógeno en numerosas ocasiones. Los más relevantes son:

- La humedad, que hace que los subproductos sufran una alta proteólisis cuando es elevada. Otros productos relativamente secos y/o difíciles de compactar como los residuos de tomate o la pulpa de uva y el orujo de aceituna pueden deteriorarse si entra aire.
- El nitrógeno, que provoca un deterioro de material mayor si el contenido de este es elevado o muy degradable debido al poder tampón.
- Carbohidratos solubles, que posibilitan una rápida fermentación si la proporción es adecuada, así como una buena fermentación, pero pueden dar lugar a pérdidas en el caso de una elevada humedad o alto contenido en proteínas.
- Estructura física, puesto que en algunos casos esta no es adecuada para poder comprimir de forma segura el material, facilitando el enmohecimiento. La falta de laceración o picado, en algunos subproductos como hojas o pulpas, puede dar lugar a una escasa presencia de flora láctica capaz de iniciar la fermentación.
- Los Ácidos orgánicos, cuya fermentación implica altas pérdidas de MS como ocurre en algunos subproductos procedentes de frutas y hortalizas.

En la Tabla 5 se pueden apreciar valores de composición de algunos subproductos, así como su aptitud para ensilar:

Tabla 5: Composición de algunos subproductos. Fuente: Cañeque y Sancha (1998).

Producto	%MS	% MS		Aptitud para ensilar
		Nitrógeno	Carbohidratos solubles	
Residuos de tomate	42	2,9	--	--
Pulpa de uva	40	1,8	0,4	buena
Pulpa de maíz	36	1,7	1	buena
Bagazo de cerveza	25	4	1,3	mala
Pulpa de remolacha	19	1,5	4	buena
Pulpa de cítricos	18	1,4	15	buena
Residuos de alcachofa	16	2,3	4,8	mala
Pulpa de manzana	11	1,3	24	buena

1.4. Factores que afectan a la ingestión de productos fibrosos a los rumiantes.

La alimentación es una actividad compleja engloba actividades como la búsqueda de alimentos, el reconocimiento de los mismos y los movimientos para alcanzarlos, la valoración sensorial, el inicio del consumo y la deglución. Todas estas actividades y procesos pueden afectar al consumo a corto plazo, pero además pueden afectar al largo plazo a pesar de que exista alimentación *ad libitum*.

Puede considerarse que los mecanismos que controlan la ingestión de alimentos en los animales domésticos operan a tres niveles. A nivel metabólico, a nivel digestivo y por influencias externas.

La ingestión de alimentos por parte de los rumiantes parece que viene más determinada por un mecanismo quimiostático, que por uno glucostático (monogástricos), en el que participan los ácidos grasos volátiles producidos en la fermentación ruminal.

Está comprobado que la introducción de acetato y propionato en el rumen reduce la ingestión de las raciones ricas en concentrados, sugiriendo la presencia de receptores de la ingestión en la cara interna del retículo-rumen. La introducción de dichos ácidos vía sanguínea-hígado, también reducen la ingestión, aparentemente por las señales enviadas desde el hígado al hipotálamo. Parece también que las características de los alimentos que pasan por el tracto digestivo, influyen en la ingestión del animal.

Los rumiantes están adaptados a ingerir alimentos voluminosos aunque, no obstante, pueden producirse problemas a la hora de procesar dichos alimentos. La rumia y la fermentación son procesos lentos, por lo que los alimentos fibrosos pueden tener que permanecer largo tiempo en el tracto digestivo, de tal manera, que se extraigan los componentes digeribles. Si los alimentos o residuos se detienen durante este proceso, la ingestión diaria de alimentos disminuirá de forma considerable. Normalmente, se considera que la ingestión está limitada por la capacidad del rumen y que los receptores de la repleción y tensión de las paredes del rumen, señalan el grado de “llenado” al cerebro, aunque de momento no se conoce el máximo “llenado” (Mc Donald *et al.*, 2006).

En la Figura 4 se puede observar como existe una relación positiva entre la digestibilidad y su consumo, determinado en experimentos realizados con ovejas, las cuales disponían de alimento a libre disposición de alimentos groseros.

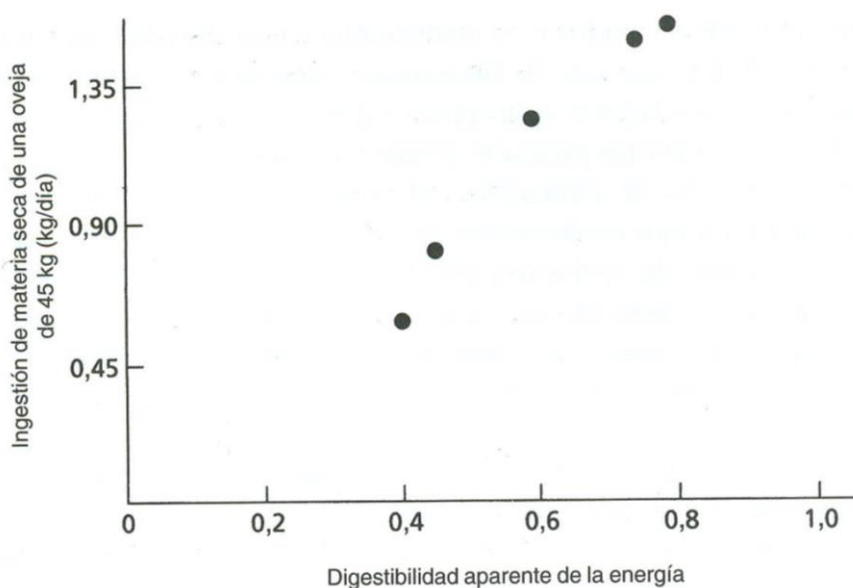


Figura 4: Relación entre la digestibilidad y el consumo de alimentos con altos contenidos en fibra. Fuente Blaxter *et al.* (1961).

Por contrario esta relación sería negativa si se tratase de animales monogástricos, creando problemas de digestibilidad, cosa que no ocurre en los rumiantes.

Podríamos hablar de diferentes factores que afectan a la ingestión de los alimentos por parte de los rumiantes. Estos serían:

I. Factores intrínsecos del animal:

- Las hembras tienen más capacidad de ingestión que los machos.
- Especie y raza. La capacidad de ingestión de las distintas especies depende directamente del peso metabólico, es decir, Kg de materia seca ingerida por Kg de PV 0,75 (Peso Vivo). Se utiliza el peso metabólico para poder comparar la capacidad de ingestión del animal.
- En términos absolutos, los animales adultos tienen mayor capacidad de ingestión que los animales jóvenes. Sin embargo por unidad de peso ocurre lo contrario. Animales alimentados a edades tempranas, suelen tener menor capacidad de ingestión que animales sometidos a restricciones alimentarias en edad temprana.
- Estado fisiológico. Las hembras durante la lactación van a tener el máximo de capacidad de ingestión, coincidiendo con el máximo de necesidades nutricionales (Campling, 1964). Durante la gestación se produce un incremento de la capacidad de ingestión, debido al incremento de las necesidades. Pero en las últimas semanas o meses (coincidiendo con el último tercio de la gestación), según la especie, se produce un descenso en la capacidad de ingestión debido a la presión que el feto, membranas y líquidos realizan sobre el tracto digestivo, que puede ser hasta de 10% menor.
- Alteraciones gastrointestinales, estado de la dentición del animal, parásitos, enfermedades metabólicas, toxemia de gestación, acidosis u otras provocan descensos de ingestión.

II. Factores referentes al alimento:

- Concentración energética. Alimentos de alta concentración energética son ingeridos en menor cantidad.
- Características organolépticas. Sabores olores desagradables o alimentos en mal estado son rechazados por el animal. Por el contrario, se pueden añadir a los piensos aromatizantes o saborizantes para incrementar la apetibilidad de éstos.

- Forma del alimento. Alimentos molidos o granulados son ingeridos con mayor cantidad que alimentos enteros, sobre todo en el caso de forrajes (Campling y Lean, 1983).
- Contenido en agua. Alimentos con más del 80% de agua provocan descenso de la capacidad de ingestión. Silos con mucha humedad, alimentos succulentos (nabos, remolachas, etc.) producen descensos de la capacidad de ingestión.

III. Factores externos que pueden afectar:

- Dependiendo del estado fisiológico en que se encuentre el animal podemos realizar diferentes predicciones en forma de porcentajes de capacidad de ingestión (Forbes, 1995) (Cannas *et al.*, 2009). Realizando de esta manera un cálculo próximo de las necesidades del ganado:
 - i. Animales de reposición de unos 20 Kg, tendrán una capacidad de ingestión próxima a los 400 g de materia seca diariamente.

$$\text{Kg MS: } 0,02 \times \text{PV}$$

$$\text{Kg MS: } 0,02 \times 20 = 0,4$$

- ii. Animales de reposición de unos 30 Kg, tendrán una capacidad de ingestión próxima a los 900 g de materia seca diariamente.

$$\text{Kg MS: } 0,03 \times \text{PV}$$

$$\text{Kg MS: } 0,03 \times 30 = 0,9$$

- iii. Hembras primerizas de 40 Kg en los dos primeros tercios de gestación, tendrán una capacidad de ingestión próxima a 1,2 Kg de materia seca diariamente. Pudiendo verse reducida incluso a 800 g en el último tercio de gestación.

- Inicio de gestación:

$$\text{Kg MS: } 0,03 \times \text{PV} + 0,3 \times \text{producción de leche}$$

$$\text{Kg MS: } 0,03 \times 40 + 0,3 \times 0 = 1,2$$

- Último tercio de gestación:

$$\text{Kg MS: } 0,026 \times \text{PV}$$

$$\text{Kg MS: } 0,02 \times 40 = 0,8$$

iv. Hembras adultas próximas a los 55 Kg en los dos primeros tercios de gestación, tendrán una capacidad de ingestión próxima a 1,65 Kg de materia seca diariamente. Pudiendo verse reducida incluso a 1,1 Kg en el último tercio de gestación.

- Inicio de gestación:

$$\text{Kg MS: } 0,03 \times \text{PV}$$

$$\text{Kg MS: } 0,03 \times 55 = 1,65$$

- Último tercio de gestación:

$$\text{Kg MS: } 0,026 \times \text{PV}$$

$$\text{Kg MS: } 0,02 \times 55 = 1,1$$

v. Hembras en periodo de lactación, tendrán una capacidad de ingestión próxima a 2,2 Kg de materia seca diariamente.

$$\text{Kg MS: } 0,04 \times \text{PV}$$

$$\text{Kg MS: } 0,04 \times 55 = 2,2$$

vi. Los machos tendrán una menor capacidad de ingestión que hembras, por lo que un macho de unos 65 Kg puede tener una capacidad de ingestión de materia seca diariamente de 1,5 Kg.

Hay estudios que revelan que la composición de los alimentos, influyen en la ingestión por parte de los rumiantes. En algunos de estos se analizaba la repercusión del empleo de alimentos con taninos, donde las cabras eran capaces de discriminar follaje por su calidad, ya que el consumo de materia seca y la preferencia parecen estar relacionados por varios componentes del forraje, como son la celulosa, hemicelulosa y compuestos polifenólicos. El ratio de ingestión (IR) efectiva, que es la ingesta en gr de MS/ min gastado en ingerirlo, ha sido útil en estos estudios para discriminar entre factores químicos y físicos que intervienen en la regulación de las preferencias y aceptación de alimento. Los taninos, si bien no tenían influencia en la bajada de ingestión, si se podían emplear como antihelmíntico (Alonso-Díaz *et al.*, 2008).

En otro estudio realizado sobre la ingestión sobre cabras y ovejas de árboles forrajeros, se observó que en alimentaciones individualizadas, se obtienen diferentes consumos de tres especies como son *P. piscipula*, cantidades similares de *L. latisiliquum* y tanto cabras como ovejas se negaron a ingerir *A. pennatula* no pareciendo estar relacionado con el contenido de taninos. Este sugiere que la ingesta de forrajes de plantas tropicales taniníferas, no viene determinada por el contenido de taninos, sino más bien por el contenido de fibra (Alonso-Díaz, 2009). También es importante conocer la biología de la planta, la cual puede variar su contenido en sabia, materia seca o determinados compuestos que pueden hacer menos apetecibles a la hora de ingerirlas. En plantas silvestres como las de la familia de *Quercus* y *Juniperus* la estación del año en la que se encuentren puede afectar a la ingesta de estas. En otoño se ha visto que es cuando más se acentúa esta diferencia debido a la caída de las hojas y a la parada vegetativa de la planta, pero también depende mucho de las condiciones climáticas de cada año, pluviometría, HF, temperaturas estivales... (Manousidis *et al.*, 2016).

La digestibilidad por su parte presenta unas mejores tasas en dietas compuestas por combinaciones de forrajes, que por aquellas que solo se componen de arbustos individuales, por lo que se sugiere que se obtendrá un beneficio nutricional en una dieta con variedad de forrajes (Egea *et al.*, 2016).

La ingesta en las cabras está influida también por el deterioro del alimento, en este caso por la exposición aeróbica del silo, influyendo en la degradación del alimento. Esto hace que el alimento sea menos apetecible por los animales y la ingesta disminuye en numerosas ocasiones (Guerlach *et al.*, 2014).

1.5. Antecedentes

Actualmente hay trabajos publicados de cafetería, en el que presentan el análisis químico de los alimentos que se emplean y los ratios de ingestión de estos.

Alonso-Díaz *et al.* (2005, 2008, 2009) posee diferentes estudios de cafetería realizados con caprino, ovino y bovino en México. Estos se llevaron a cabo con plantas o árboles forrajeros autóctonos como *Piscidia piscipula*, *Brosimum alicastrum* o *Lysiloma latisiliquum* ofrecidos en fresco. Los análisis químicos que se han presentado contienen datos sobre la fibra neutro detergente, la ácido detergente, la lignina, extracto etéreo, hemicelulosa, ratio de ingestión, digestibilidad in vitro, materia seca, taninos condensados

y celulosa entre otros. Los animales empleados en el caso del caprino fueron cuatro hembras de la raza Criolla de aproximadamente 1 año de edad y 17,1 kg de peso vivo. En otro estudio realizado por Allan (2010) en Israel sobre la preferencia de ingesta por parte de cabras y ovejas nativas (1,5 y 2 años), se emplearon especies arbustivas (*Atriplex halimus*) y arbóreas (*Acacia salicina*) autóctonas. En este caso no se realizó un período de adaptación, sino que se alimentaron durante tres semanas mediante una dieta de mantenimiento, después se les aplicó un ayuno de 12 horas para posteriormente ponerles una ración de alimento experimental por separado. Una vez puesta la ración se observó la ingesta de los animales durante 15 minutos y se obtuvo la ingesta.

En Argentina se realizó otro estudio con caprino de la raza Criolla por parte de Egea (2016) en el que se analiza la ingestión de forma diaria de diferentes plantas autóctonas que contenían taninos y que no. El período de adaptación para este experimento fue de 15 días y no apreciaron diferencias significativas.

En Alemania también se ha realizado un estudio (Gerlach *et al.*, 2014) relacionado con el ratio de ingestión en caprino mediante silos expuestos al aire durante 8 días. En este caso los ensayos duraron 15 días, en los que cinco se emplearon como adaptación y los otros diez para realizar el experimento. El tiempo de medición fue de 3 horas al día.

En España hay realizada una tesina de Pérez (2009) sobre la incorporación de ensilado de alcachofa en la dieta en ovino. En este se analizaron valores de la composición química del ensilado de alcachofa así como la ingestión de los diferentes alimentos.

En referencia a valores nutritivos de ensilados de diferentes subproductos agroalimentarios, hay una tesis doctoral llevada a cabo por Meneses (2002) en la analiza los silos de alcachofa y brócoli. Existen otros artículos y estudios relacionados con el análisis de subproducto de alcachofa ensilada (Meneses *et al.*, 2006; Rodríguez *et al.*, 2006) y la planta completa ensilada (Hernández *et al.*, 1992), así como también de carrizo fresco (Baran *et al.*, 2006) que se muestran en la Tabla 6.

Como se ha visto, no existen hasta el momento trabajos que estudien la ingestión y preferencia por parte de ganado caprino de subproductos de la vega baja, como son la alcachofa y el brócoli ensilado, así como el forraje ensilado formado por carrizo.

Algunos análisis químicos han sido efectuados con anterioridad por otros autores, en condiciones y ambientes diferentes en casos como el carrizo, que no era ensilado, sino en fresco. En la Tabla 6 podemos encontrar algunas referencias de estos análisis.

Tabla 6: Análisis químicos antecedentes de diferentes alimentos empleados para la alimentación de rumiantes. Fuente: Alonso-Díaz *et al.* (2008); Meneses (2002); Hernández (1992) y Baran *et al.* (2002).

Alimento	MS (%)	pH	EE (%MS)	PB (%MS)	FB (%MS)	FND (%MS)	FDA (%MS)	Lignina (%MS)	dMS (%)	Cenizas (%MS)	EM (MJ/kgMS)
P. piscipula ¹	-	-	4,3	12,7	-	45,4	31,2	16,1	16,1	10	-
A. pennatula ¹	-	-	5,5	13,5	-	32,3	22	11	18,2	5,8	-
L. latisiliquum ¹	-	-	5,6	12,5	-	38	25,8	14,4	15,6	6,9	-
B. alicastrum ¹	-	-	2,5	15,1	-	42,4	27,4	5,9	52,3	11,2	-
SBr ²	11,68	4,53	6,37	34,66	-	19,84	12,93	2,01	-	-	-
SBA ²	17,98	5,62	3,49	14,15	-	41,12	25,36	7,47	-	-	-
Carrizo ³	93,8	-	-	1,82	27,8	-	-	-	41,8	6,73	-
SPA ⁴	20,29	-	4,3	9,77	28,47	51,88	37,13	15,19	47,82	21,05	13,97

¹Árboles forrajeros (Alonso-Díaz *et al.*, 2008). ²Subproducto industrial de brócoli cocido y alcachofa ensilados a los 24 días (Meneses, 2002). ³Carrizo fresco (Hernández, 1992). ⁴Subproducto de planta de alcachofa (Baran *et al.*, 2002).

2. Objetivos

El objetivo que persigue el experimento realizado es conocer el grado de preferencia e ingestión por parte del ganado caprino, de cuatro alimentos ensilados (tres subproductos agrícolas y un forraje natural).



3. Metodología (Material y métodos)

3.1. Área de estudio

Este estudio (2015-2016) forma parte de una investigación realizada en la Universidad Miguel Hernández, en la cual, se están analizando los efectos que tienen la alimentación mediante subproductos vegetales de la Vega Baja, sobre el comportamiento, producción y composición de la leche sobre cabras Murciano Granadinas, así como la composición de estos subproductos.

Como se ha mencionado los subproductos pertenecen a cultivos de la Vega Baja, al igual que la ubicación del experimento realizado. Esta se encuentra en el sur de la provincia de Alicante, y delimita con la Región de Murcia hacia el Sur (Figura 5). Su ciudad más importante históricamente es Orihuela, la cual se encuentra rodeada de cultivos tradicionales como son la alcachofa, el brócoli, la patata o el haba.

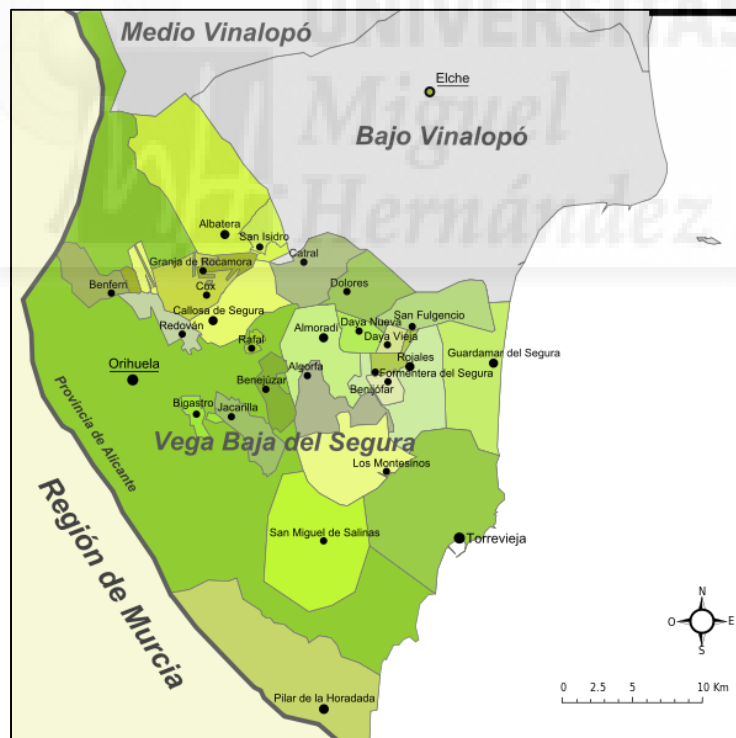


Figura 5: Mapa de situación de la Vega Baja.

Se trata de la zona de regadío más importante de la provincia de Alicante, con una pluviometría escasa que no llega a los 300 mm al año. Cruzando la Vega Baja está el río Segura, que desemboca en Guardamar del Segura, el cual antiguamente abastecía a toda

la comarca para el regadío de los cultivos. Actualmente estos se abastecen de agua que proviene del trasvase Tajo-Segura.

Como sistemas montañosos a destacar, encontramos la Sierra Escalona, la Sierra de Orihuela, la Sierra de Callosa, la Sierra de Hurchillo y el Agudo. Estos sistemas destacan por el crecimiento de especies arbustivas y la escasa presencia de especies arbóreas, que crean zonas ideales para el pastoreo de subsistencia mediante rumiantes adaptados como son las cabras murciano Granadina.

El estudio se realizó en la granja situada en los terrenos de la UMH, en la pedanía de Desamparados, perteneciente al término de Orihuela (Figura 6).



Figura 6: Situación geográfica de la Granja de la UMH.

Los animales se encuentran estabulados y diferenciados según lotes, edad y sexo en diferentes cuadras dentro de la misma nave. Los machos se encuentran apartados excepto en el momento de la monta. En la nave también se encuentra la sala de lactancia de cabritos y la sala de ordeño. Además de la nave principal, a un lado y a otro de este se encuentran los patios, los silos de concentrado y un techado donde se protegen del sol y la lluvia el ray-grass, la alfalfa y la paja.

3.2. Animales del experimento

Los animales empleados para la realización del estudio, fueron cabras de la raza Murciano-Granadina, perteneciente al rebaño de la UMH. Se utilizaron cuatro chotas (521, 520, 519 y 539) de 15 meses de edad y con un peso medio de 34,9 kg. La cabra 521 situada en la jaula 1 pesaba al inicio 33,6 kg, la 520 situada en el corral 2 pesaba un total de 35,7kg, la 519 situada en el corral 3 un total de 33,1kg y por último la cabra 539 situada en el cuarto corral pesaba 37,2kg.

3.3. Alimentos del experimento

Los alimentos empleados durante el experimento fueron cuatro. El primero se trataba de un subproducto de la industria de alcachofa ensilado (SBA), el cual poseía un color, aspecto y olor correctos. Este subproducto se trata de los restos que la industria desecha de los capítulos de la alcachofa, siendo estos las brácteas e incluso algún capítulo entero. No presentaba en la parte interna problemas de mohos, ni putrefacciones (Figura 7).



Figura 7: Ensilado de subproducto de la industria de la alcachofa.

El segundo alimento se trataba de un subproducto agrícola de planta de alcachofa ensilada (SPA). Esta poseía un color más oscuro que la primera muestra, a la vez que el contenido en humedad era inferior, pero el olor era adecuado y la presencia de mohos casi nula. En este alimento en concreto, era difícil diferenciar partes como hojas, capítulos o

brácteas, aunque si se podían apreciar los tallos, pues estaban más lignificados y era más difícil su picado (Figura 8).



Figura 8: Ensilado de subproducto agrícola de planta de alcachofa.

El tercer alimento que se suministro fue un subproducto de la industria del brócoli ensilado junto con alcachofa (SBr+A), en una proporción de 60 y 40% respectivamente. Este presentaba muy buen aspecto manteniendo su color y textura adecuada, pero el olor que poseía era quizás un poco ácido en su inicio y la cantidad en humedad elevada debido a una alta oxidación y fermentación anómala (Figura 9).



Figura 9: Ensilado de subproducto de brócoli y alcachofa.

Por último un forraje natural como el carrizo ensilado (SC), que poseía tanto un color, como forma y olor buenos, humedad un tanto baja y nula presencia de mohos. A primera vista parecía un buen alimento, dadas estas características (Figura 10).



Figura 10: Ensilado de forraje natural compuesto por carrizo.

3.4. Diseño experimental

El periodo preexperimental duró 15 días para que los animales se adaptaran al consumo de estos nuevos alimentos, los cuales, estuvieron separados en corrales individuales del mismo tamaño y contaban cada uno con un bebedero. Durante este periodo, se les suministraba una dieta formulada para chotas de reposición a base de heno de alfalfa, paja de cebada y un concentrado compuesto por diversos tipos de granos y semillas oleaginosas (1 UFL y 130,1 g de proteína digestible (PD) al día). Además, también se le dejaba a cada cabra 4 cubos con los 4 alimentos a ensayo (150 g en cada cubo), de forma que se fuese adaptando a su consumo.

El periodo experimental fue de 4 días. Los animales se pesaron al comienzo y al final del periodo experimental para observar si se producían diferencias de peso. Cada corral tenía en el comedero 4 cubos donde se colocarían los 4 tipos de alimento (uno en cada cubo).

Para este período se utilizó solo un silo de cada alimento en estudio, es decir, las brácteas de alcachofa, la planta de alcachofa, la mezcla de brócoli con brácteas de alcachofa y el carrizo procedían de un único silo; así se evitaba que se pudieran dar

diferencias en el consumo debido a que el alimento procediera de silos diferentes. Para asegurar que la calidad del alimento no variara entre el comienzo y el final del periodo experimental, bolsas con 2 kg de silo fueron envasadas al vacío y almacenadas en una cámara frigorífica a 4°C hasta su uso. En total, se guardaron 20 bolsas de cada silo, de forma que hubiese alimento suficiente para todo el experimento.

El proceso de recogida de datos fue el siguiente: Antes de comenzar con la toma de datos, se echaba una cantidad conocida de 2kg de alimento en abundancia en los cubos. Durante el experimento, se colocaban 4 cubos con los 4 tipos de alimentos ensilados diferentes en el comedero de cada corral en un orden aleatorio, de forma que cada corral tenía un orden de cubos diferente al del resto. Una vez colocados los cubos y mediante el uso de un cronómetro, se tomaba nota de cuantos minutos dedicaba cada cabra a consumir cada silo, así como el tiempo en que no comía de ningún cubo o bebía agua. Transcurrida una hora, se retiraban los cubos y se anotaba el peso de cada uno para así conocer la cantidad de alimento ingerida de cada tipo de silo y por cada animal. En caso de que en algún cubo quedara poco alimento, se rellenaba para que el animal no se quedara en ningún momento sin comida. El proceso se repetía durante 3 horas más, parando en cada hora para llevar el control de ingestión. Una vez concluida la hora 4 y pesados los cubos con el alimento sobrante, se les suministraba la misma dieta convencional que en el periodo preexperimental. Sobre las 20:00 horas, se les retiraba la totalidad del alimento que había en los comederos, de forma que hubiesen transcurrido 12 horas en ayuno antes del inicio de la nueva jornada de toma de datos de ingestión. Las mismas operaciones se repitieron durante 4 días seguidos.

3.5. Variables analizadas

Las muestras de los cuatro alimentos para los análisis de su composición se obtuvieron a partir de cuatro de las bolsas almacenadas en cámara frigorífica. En estas muestras se determinó materia seca (MS), materia orgánica (MO), cenizas, extracto etéreo (EE) con hidrólisis ácida previa, azúcares (AOAC, 2000), proteína bruta (PB) y nitrógeno amoniacal por el método Kjeldahl, fibra bruta (FB) y fracciones fibrosas por el método de Van Soest (Van Soest, 1994), pectinas, almidón, digestibilidad de la materia seca *in vitro* (Menke y Steingass, 1988) y energía metabolizable (EM) (Ayala *et al.*, 2006).

La digestibilidad *in vitro* consiste en la incubación del alimento en un medio de cultivo cuya base es líquido ruminal extraído a los animales junto con una solución tampón.

Para extraer el líquido ruminal se utiliza una sonda esofágica conectada a un kitasatos. Es importante que el total de líquido con el que se vaya a preparar el medio de cultivo proceda de 4 o 5 animales. Este se reservará en un termo a 39°C hasta su utilización, sin que el tiempo de espera sobrepase las 2 horas, ya que entonces las poblaciones de microorganismos se habrán reducido considerablemente y el medio de cultivo no será efectivo.

Para preparar la saliva artificial con la que se mezclará el líquido ruminal, se han de mezclar varias disoluciones en la proporción que en la Tabla 7.

Tabla 7: Proporción de disoluciones en 1L de saliva artificial.

Disoluciones	Volumen de disoluciones
Agua destilada	475 mL
Disolución mineral	237,5 mL
Disolución oligoelementos	1,25 mL
Disolución tampón	237,5 mL
Disolución de resazurina	1,25 mL
Disolución reductora	47,5 mL

La saliva artificial se prepara a 39°C y gaseando CO₂ hasta que alcanza pH 7.

Es entonces cuando el líquido ruminal filtrado se mezcla con la saliva artificial en una proporción 1:4 para el obtener el medio de cultivo. Posteriormente, se dosifican 50 mL de este medio en viales de 120 mL con 0,5 g de muestra deshidratada y molida (Ilustración 7). Los viales cerrados se incuban en un baño orbital a 39°C durante 48 horas. Transcurrido este tiempo, se filtra el contenido de cada botella en crisoles Pirex con placa porosa que se permanecerán en estufa a 100°C durante 48 horas para determinar la degradabilidad de la materia seca.



Figura 11: Viales de digestibilidad in vitro.

3.6. Análisis estadístico

Se calculó la media y desviación estándar de las variables de composición nutritiva de los 4 subproductos ensayados ofrecidos a los animales.

Se analizó la ingestión de materia seca y la ingestión de materia seca por kg de peso vivo del animal en la hora 4, mediante un modelo lineal mixto (Proc. Mixed, SAS v 9.2., 2012), que consideró como efectos fijos el día de la toma de muestras (4 niveles: 1 a 4) y el subproducto (4 subproductos), siendo el efecto aleatorio el animal (4 animales). Se empleó una estructura de covarianza de tipo simetría compuesta al ser la que mejor ajuste del modelo presentó, de acuerdo a los criterios AIC y BIC.

Se analizó la evolución de la ingestión acumulada de materia seca a lo largo del muestreo, mediante un modelo lineal mixto (Proc. Mixed, SAS v 9.2., 2012), que consideró como efectos fijos el día de la toma de muestra (4 niveles: 1 a 4), la hora del muestreo (4 niveles: 1 a 4), el subproducto (4 subproductos), siendo el efecto aleatorio el animal (4 cabras). Se empleó una estructura de covarianza de tipo simetría compuesta al ser la que mejor ajuste del modelo presentó, de acuerdo a los criterios AIC y BIC.

Se calcularon las medias y desviaciones estándar de cada subproducto de las variables Ingestión de materia seca (g MS), minutos de ingestión (min) y tasa de ingestión (g MS/min) en la hora 1 y en la hora 4.

Finalmente, se analizó la tasa ingestión de materia seca (g MS/min) en la hora 1 y en la hora 4 mediante un modelo lineal mixto (Proc. Mixed, SAS v 9.2, 2012) en el que se consideró como efectos fijos el subproducto (4 subproductos), el día de toma de muestras (4 niveles: 1 a 4), siendo el animal el efecto aleatorio (4 animales). Se empleó una estructura de covarianza de tipo simetría compuesta al ser la que mejor ajuste del modelo presentó, de acuerdo a los criterios AIC y BIC.



4. Resultados y discusión

4.1. Resultados

La composición química obtenida para los diferentes alimentos estudiados queda representada en la Tabla 8. Analizando los datos se pueden apreciar diferencias lógicas y coherentes entre los diferentes alimentos.

En el silo elaborado a partir de SBA presenta un bajo porcentaje de MS, un poco inferior al SBr+A y muy bajo frente al SPA y el SC, diferenciándose este último de los demás, por presentar el mayor contenido de MS.

El pH es muy similar en todos, no diferenciándose entre ellos más de 1,16 de pH. Este rango, que va desde el valor 4 hasta el 5,5, se ha explicado con anterioridad que es correcto para la conservación del silo, por lo que el estado del alimento es adecuado.

El EE o cuerpos grasos y la PB presentan valores muy similares en todos los alimentos, excepto en el SPA, el cual presenta una subida de más de dos puntos con respecto a los demás.

De la FB se han obtenido valores muy similares en todos, no destacando ningún alimento en demasía.

La FND que destaca entre los alimentos estudiados es la del SC, superando en casi 20 puntos a los demás. Este es por tanto un alimento a tener en cuenta, por la elevada capacidad de “llenado” que posee. La FDA por su parte presenta valores muy similares en todos los alimentos, aunque se desvía un poco el SPA.

En la Lignina se aprecian diferencias entre los SBA y SPA con respecto a los SBr+A y SC, presentando estos últimos valores más elevados de lignina. Esto puede que afecte a la digestibilidad del animal.

En la dMS destaca el SC con un valor de 28,65 no acercándose a los valores de los demás alimentos. Esto es debido a su alto contenido en materia seca y lignina, haciendo más difícil su digestión.

Por último en la EM donde se aprecia como el SC vuelve a presentar un valor muy inferior a los otros tres silos.

Tabla 8: pH, composición química (%MS), digestibilidad de materia seca (%) y energía metabolizable (MJ/kgMS) de los alimentos empleados en el experimento de preferencia

VARIABLE	SBA	SPA	SBr+A	SC
MS (%)	14,88	25,24	16,69	37,38
Ph	4,79	3,99	5,15	4,59
MO (%MS)	91,76	85,44	85,01	89,72
EE (%MS)	2,63	5,26	2,53	2,52
PB (%MS)	15,87	8,95	18,40	13,72
FB (% MS)	37,63	35,49	40,39	37,47
FND* (%MS)	48,17	42,94	49,45	66,35
FDA* (%MS)	33,25	28,52	36,15	36,79
Lignina (%MS)	4,77	4,86	6,71	5,26
Azúcares (%MS)	3,98	2,51	1,77	3,32
dMS* (%)	67,69	64,16	68,46	28,65
Cenizas (%MS)	8,24	14,56	14,99	10,28
EM (MJ/kgMS)	10,52	9,98	10,64	4,49

* FND= fibra neutro detergente; FAD= fibra ácido detergente; dMS=digestibilidad de materia seca.

En la Tabla 9 se ha analizado si existían diferencias significativas en la preferencia de ingesta de los cuatro alimentos, por parte de cuatro chotas. El SBA con un valor de 113,19 de media, se establece como el preferido por las chotas, tanto en la ingestión como en la ingestión por peso vivo, por lo que es más apetecible. En segundo lugar encontramos el SPA, presentando este también diferencias significativas con los demás silos.

El SC y el SBr+A fueron los menos preferidos durante el estudio, siguiendo este orden y presentando diferencias significativas con los demás silos pero no entre ellos.

Tabla 9: Comparación de medias de los cuatro alimentos testados de la Ingestión acumulada y la ingestión acumulada en relación con el peso del animal en la hora cuatro del experimento.

ALIMENTO	Ingestión	Ingestión / PV
	(MS ingerida acum hora 4)	(MS ingerida acum hora 4 / kg PV)
SBA	113,19a	3,26a
SPA	73,89b	2,17b
SBr+A	12,98c	0,36c
SC	23,81c	0,67c

Valores con letras diferentes (a, b, c) en la misma columna correspondan a diferencias significativas ($P < 0.05$).
*Calculada a partir de la ingestión (g MS) acumulada en la hora 4.

La ingestión media de materia fresca (MF) en cada hora del experimento queda representada en la Tabla 10. Pudiendo destacar tanto en el SBA y el SPA durante la primera hora, una elevada ingestión con respecto a las horas siguientes, cosa que no ocurre en el SBr+A y el SC, donde apenas hay diferencias en la ingestión durante las cuatro horas.

Tabla 10: Ingestión media (g MF) en cada hora de los cuatro alimentos testados.

Horas	Gramos de materia fresca por hora			
	SBA	SPA	SBr+A	SC
1	390,86	159,07	22,53	22,87
2	184,61	43,78	22,77	10,25
3	108,40	40,06	14,62	12,63
4	76,81	49,84	17,86	17,95

En la Figura 12, se aprecia como en la primera hora en SBA y SPA, existe una gran diferencia de ingestión de materia seca con respecto a los demás silos. Sin embargo entre SBA y SPA no se aprecia una diferencia tan grande entre ellos, como sí ocurría en la ingestión media por horas de materia fresca. También ocurre que en materia fresca en la Tabla 10, el SBr+A y SC compartían resultados casi, pero en cambio en la ingestión acumulada de materia seca el SC supera al SBr+A.

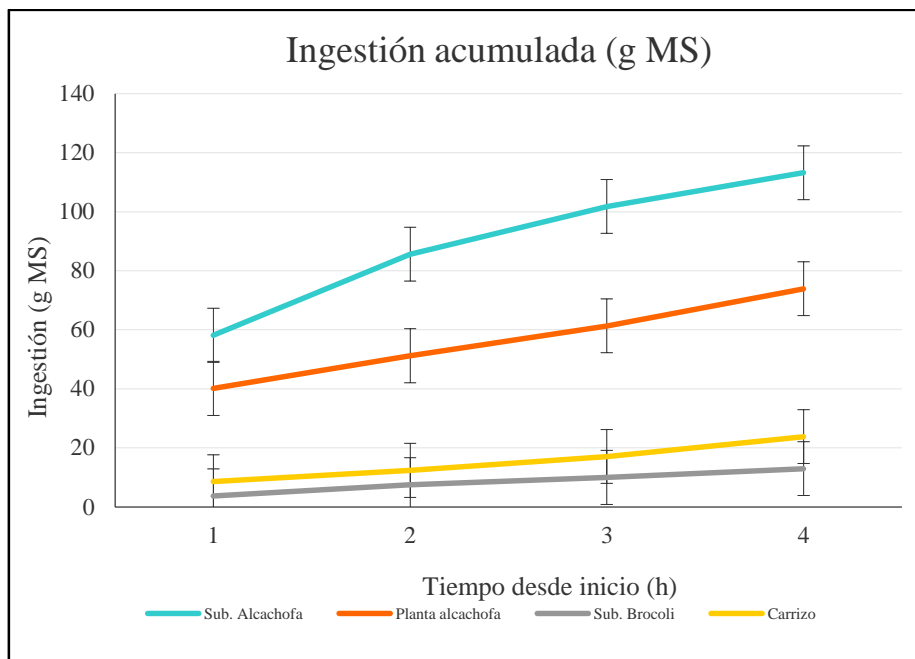


Figura 12: Comparación de medias de la Ingestión acumulada (g MS) de los cuatro subproductos en las cuatro horas del experimento.

La tasa de ingestión de las chotas para la primera y cuarta hora queda representada en la Tabla 11. En esta se presentan los valores de la Ingestión (g MS) y el tiempo de ingestión (Min) para los cuatro alimentos ensilados, así como su desviación estándar. En la primera se aprecian diferencias significativas en el SBA, siendo además la tasa de ingestión más alta con 4,82. Entre SPA y los otros dos alimentos también existen diferencias pero no llegan a ser significativas presentando un valor de 3,09 en el caso de SPA y 1,51 y 1,48, para los alimentos formados por SBr+A y SC, respectivamente.

Tabla 11: Tasa de ingestión (g MS/min de ingestión efectiva) de las chotas Murciano-Granadinas en la primera y cuarta hora.

Alimento	Primera hora			Cuarta hora		
	Ingestión (\pm SD)	Min (\pm SD)	Tasa I	Ingestión (\pm SD)	Min (\pm SD)	Tasa I
SBA	58,16 \pm 33,95	11,56 \pm 4,17	4,82a	28,29 \pm 28,38	6,76 \pm 5	2,97a
SPA	40,14 \pm 25,99	12,87 \pm 7,02	3,09b	18,47 \pm 20,67	7,65 \pm 6,85	2,42ab
SBr+A	3,75 \pm 6,07	1,12 \pm 1,92	1,51bc	3,25 \pm 5,7	1,1 \pm 1,84	1,36b
SC	8,55 \pm 13,31	4,44 \pm 5,67	1,48c	5,95 \pm 8,09	3,2 \pm 3,81	2,36ab

Valores con letras diferentes (a, b, c) en la misma columna correspondan a diferencias significativas ($P < 0.05$).

4.2. Discusión

La composición química de diferentes alimentos se ha presentado en la Tabla 6, de estudios realizados con anterioridad, dando en algunos casos resultados similares y en otros, resultados dispares que se discutirán a continuación.

En un estudio realizado sobre estos subproductos (Alcachofa y brócoli cocido) se obtuvieron valores de MS diversos (Meneses, 2002). En el caso de SBA y SBr, se obtuvieron valores de 17,98 y 11,68 respectivamente, mientras que los valores obtenidos durante el experimento fueron de 14,88 y 16,69. Esto puede ser debido a que, en el caso del silo de SBr no poseía una proporción de alcachofa, y este no había sido cocido, como refleja el anterior estudio. Esto puede ser la causa de de las diferencias en el caso del SBr+A, puesto que en el caso de la alcachofa son similares. En los valores de pH, PB y fibras los datos obtenidos son muy similares para el SBA, pero para la lignina hay alguna diferencia puesto que muestra una subida desde 4,77 del experimento hasta 7,47 (%MS). Sin embargo, para el SBr se presentan diferencias con el SBr+A que se ha estudiado, achacadas a las diferentes composiciones de los silos, que hacen que la PB sea más baja y las fibras y ligninas más elevadas en nuestros análisis.

Para el caso del SPA en el estudio realizado por Hernández *et al.* (1992), no muestra muchas diferencias en análisis de MS, EE, PB o FB pero sí en la Lignina, obteniendo un valor de 15,19% que representa casi el doble que la de nuestro experimento. Como consecuencia la digestibilidad obtenida es menor que la nuestra, pero el contenido en cenizas y la EM son mayores. Esto puede ser debido a que en el análisis de Hernández *et al.* (1992) se seleccionaron las hojas de la planta y se descartó la otra fracción de la planta, alegando que las otras partes de la planta eran demasiado fibrosas para su consumo.

Por último encontramos el carrizo, que no tiene referencias claras sobre ensilaje, pero si se ha realizado un análisis de composición química del forraje en fresco (Baran *et al.*, 2002). En este análisis se obtuvo una cantidad en materia seca de 93,8 %, muy por encima de nuestro 37,38%. Esto es debido a que como explican en el estudio emplean tallos y hojas secas de este, en forma de heno. La PB en este estudio presenta un valor

muy bajo respecto al obtenido en el SC, que es de 13,72%. Con la FB ocurre algo similar, haciendo que la dMS sea menor en nuestros análisis.

Para los datos obtenidos de Ingestión acumulada, han aparecido diferencias significativas, donde el alimento más consumido fue el SBA, el cual difiere de los demás alimentos tanto MS acumulada, como en MS acumulada entre el peso vivo. Esto evidencia una preferencia por parte de las chotas en el consumo de SBA frente a los demás silos.

Si relacionamos esta evidencia con la composición química del silo, encontramos diferencias que pueden hacer que sea más apetecible, como son su jugosidad por el elevado contenido en agua, o el contenido en PB. Según sugiere Rogosic *et al.* (2006) el contenido en PB no parece influir en la ingesta de MS de alimento, al igual que Van Soest (1994), que indica que si el contenido de PB supera el 7% de MS no debería influir. Otros compuestos como la FND, sí que se ha podido comprobar que influye en la preferencia de ingestión en caprino (Alonso-Díaz *et al.*, 2008; Sandoval-Castro *et al.*, 2005). La digestibilidad también es un factor importante que influye en la preferencia de ingestión de los alimentos por parte de las cabras, donde se excluye el nutriente más limitante para el mantenimiento, crecimiento o reproducción (Duncan y Gordon, 1992). Las cabras seleccionaron plantas con la dMS más alta como eran la SBA y SPA, y la FND, FDA y lignina bajas, como ocurre en el estudio de gramíneas realizado por Hadjigeorgiou *et al.* (2003). En el caso del SBr+A podría influir el estado del silo, como se ha explicado con anterioridad presentaba un olor ligeramente ácido, que, una vez percibido por el animal, ha podido proporcionar información inmediata sobre las propiedades de la planta, provocando su descarte (Edwards *et al.*, 1997). La morfología del alimento también ha podido influir en el SPA y el SBr+A, debido a que en el primero se presentaban tallos picados con una dureza elevada, pudiendo presentar problemas de consumo, y en el segundo, debido a que el brócoli presentaba estructuras demasiado grandes (Ortega-Reyes y Provenza, 1993).

En el Gráfico 5 se puede apreciar como durante la primera hora la ingestión es elevada tanto en SBA como en SBr+A, mientras que los otros dos alimentos no presentaban diferencias durante las cuatro horas. Esto puede ser debido en primer lugar al efecto “llenado” comentado en la introducción (Mc Donald *et al.*, 2006), pero también

por la oxidación y deshidratación que se produce en el alimento por la exposición al aire (Guerlach *et al.*, 2013).

Durante la primera hora del experimento se apreciaron diferencias significativas en la tasa de ingestión de SBA respecto a los demás silos. Como se ha comentado con anterioridad parece ser que este alimento es más apetecible que los demás, por la presentación del mismo y la composición. El SPA no presenta diferencias significativas, pero si se aleja de los resultados obtenidos por el SBr+A y el SC, que poseen valores muy similares. En la cuarta hora, en cambio, no se presentan diferencias significativas para ningún alimento ensilado, si bien, cabe destacar que el SBr+A presenta las mayores diferencias, siendo este el que menor tasa de ingestión presenta. En otros estudios de preferencia de ingestión, se obtienen gráficos muy similares, siendo esto normal, debido a que la capacidad de ingestión va menguando a la vez que el rumen se llena.

El peso de las cabras de media, descendió en torno a un kilo. Al inicio tenían un peso medio de $34,9 \pm 1,63$ kg, y después del experimento este se redujo hasta $34,03 \pm 1,94$ kg. Hay que añadir que uno de los animales que fue el que más peso perdió, se alimentó con una proporción de SC más elevada. Esta pérdida de peso podría estar provocada por la reducción de la capacidad de ingestión al ser un alimento muy voluminoso, a la vez que su dMS es baja.

5. Conclusiones

Se ha observado que las cabras han sido selectivas, de forma que han presentado una menor ingestión de aquellos alimentos cuya estructura, textura y tamaño han sido escollos a la hora de facilitar su ingesta, optando por alimentos más apetecibles y de fácil ingesta. Se ha observado que han preferido los alimentos poco voluminosos a la que vez que poseían una buena digestibilidad de la materia seca, como eran las brácteas de alcachofa y la planta de alcachofa. La baja digestibilidad de materia seca del subproducto de carrizo parece estar relacionada con la baja tasa de ingestión por parte de las cabras. Es conveniente realizar más estudios en los que se profundice la relación de la capacidad de ingestión con la composición química y estructural de los subproductos ensayados con el fin de conocer cuáles son las principales variables que afectan a la ingestión.



6. Bibliografía

Alonso-Díaz, M. A., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., Hoste, H., Aguilar-Caballero, A. J., & Capetillo-Leal, C. M. (2008). Is goats preference of forage trees affected by their tannin or fiber content when offered in cafeteria experiments?. *Animal Feed Science and Technology*, 141(1), 36-48.

Alonso-Díaz, M. A., de Jesús Torres-Acosta, J. F., Sandoval-Castro, C. A., Canul-Ku, H. L., & Hoste, H. (2009). Intake of tropical tanniniferous plants by goats and sheep when offered as a sole feed. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 11(1), 255-258.

AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis of the AOAC International*. 17th Ed. Association of Official Analytical Chemist. Arlington, USA.

Ayala-Burgos, A., Cetina-Góngora, R., Capetillo-Leal, C., Zapata-Campos, C., & Sandoval-Castro, C. (2006). *Composición química-nutricional de árboles forrajeros. Compilación de análisis del laboratorio de nutrición animal. Yucatán, México: UADY-FMVZ.*

Baran, M., Varadyova, Z., Kráčmar, S., & Hedvábny, J. (2002). The common reed (*Phragmites australis*) as a source of roughage in ruminant nutrition. *Acta Veterinaria Brno*, 71(4), 445-449.

Blaxter, K. L., Wainman, F. W., & Wilson, R. S. (1961). The regulation of food intake by sheep. *Animal Production*, 3(01), 51-61.

Calatrava, J.; Sayadi, S. (2002). Milk production systems in rural development: the case of goat cheese making at the Eastern Alpujarras. *EAAP: 99*, 37-46.

Campling, R. C. (1964). Factors affecting the voluntary intake of grass. *Proceedings of the Nutrition Society*, 23(01), 80-88.

Campling, R. C. & Lean, I. J. (1983). *Food characteristics that limit voluntary intake. Nutritional physiology of farm animals*, London, Longman.

Cannas, A., Mereu, A., Decandia, M., & Molle, G. (2009). Role of sensorial perceptions in feed selection and intake by domestic herbivores. *Italian Journal of Animal Science*, 8(sup2), 243-251.

Cañeque, V. y Sancha, J.L. (1998). Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes (No. 636.08552 C235e). Madrid, ES: Mundi-Prensa.

Castel, J.M.; Ruiz, F.A.; Mena, Y. (2007). Agricultura Familiar en España 2007. “El sector caprino y su contribución al desarrollo rural”. Fundación Estudios Rurales, 246-257.

Duncan, A.J., Gordon, I.J., 1999. Habitat selection according to the ability of animals to eat, digest and detoxify foods. P. Nutr. Soc. 58, 799–805.

Edwards, G.R., Newman, J.A., Parsons, A.J., Krebs, J.R., 1997. Use of cues by grazing animals to locate food patches: an example with sheep. Appl. Anim. Behav. Sci. 51, 59–68.

Egea, A. V., Allegretti, L. I., Lama, S. P., Grilli, D., Fucili, M., Guevara, J. C., & Villalba, J. J. (2016). Diet mixing and condensed tannins help explain foraging preferences by Creole goats facing the physical and chemical diversity of native woody plants in the central Monte desert (Argentina). Animal Feed Science and Technology, 215, 47-57.

FAOSTAT (2013). División estadística de la FAO: <http://faostat.fao.org>

Forbes, J.M. (1995). Voluntary food intake and diet selection in farm animals, Wallingford, UK, CAB International.

Gerlach, K., Roß, F., Weiß, K., Büscher, W., Südekum, K.-H., 2013. Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goats. Agric. Food Sci. 22,168–181.

Gerlach, K., Liao, Y., & Südekum, K. H. (2014). Aerobic exposure of lucerne silages and its impact on preference and dry matter intake by goats. Small Ruminant Research, 121(2), 308-313.

Ros, M., Pascual, J.R., Ayuso, M., Morales, A.B., Miralles, J.R. y Solera, C. (2012). Salidas valorizables de los residuos y subproductos orgánicos de la industria de los transformados de frutas y hortalizas: proyecto Life+ Agrowaste.

Habib, G. (2008). Best practices in animal feed production and management in Pakistan. In Shadidul Huque, Wais Kabir & Nasrin Akter eds. Best Practices in Animal

Feed Production and Management in SAARC Countries. SAARC Agriculture Centre, Khaka-1215, Bangladesh.

Hadjigeorgiou, I.E., Gordon, I.J., Milne, J.A., 2003. Comparative preference by sheep and goats for Gramineae forages varying in chemical composition. *Small Ruminant Res.* 49, 147–156.

Hernández, F., Pulgar, M.A., Cid, J.M., Moreno, R., y Ocio, E. (1992). Valoración nutritiva de residuos de cosecha de alcachofa (*Cynara scolymus* L): hojas desecadas al sol y planta completa ensilada. *Arch. Zootec*, 41, 257-264.

Hispagua. Sistema Español de Información sobre el agua (2003): www.cedex.es

Honig, H., & Woolford, M. K. (1980). Changes in silage on exposure to air. In Occasional Symposium-British Grassland Society.

Index Mundi. (2013). Commodity Price Indices. www.indexmundi.com/commodity.

Jie Chen. (2012). Aquatic feed industry under tension in world and China's grain supply and demand. *China Fisheries*, 6: 32-34.

MAGRAMA (2007). Guías prácticas correctas de higiene, caprino de leche y carne. Publication 2.

MAGRAMA (2012 y 2013). Estadísticas de censos a nivel nacional: <http://www.magrama.gob.es/es/>

MAGRAMA (2015). Procedimiento para la declaración de un subproducto: http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/procedimientoevaluacionsubproducto31072015_tcm7-390536.pdf

Manousidis, T., Malesios, C., Kyriazopoulos, A. P., Parissi, Z. M., Abraham, E. M., & Abas, Z. (2016). A modeling approach for estimating seasonal dietary preferences of goats in a Mediterranean *Quercus frainetto*–*Juniperus oxycedrus* woodland. *Applied Animal Behaviour Science*, 177, 25-33.

Masson, C., Rubino, R., Fedele, V., & Morand-Fehr, P. (1991). Forage utilization in goats.

Meneses Mayo, M. (2002). Evaluación nutritiva y fermentativa del ensilado de dos subproductos agroindustriales brócoli ("Brassica oleracea, var italica") y alcachofa ("Cynara scolymus") para su empleo en alimentación animal.

Menke H.H., Steingass H. 1988. Estimation of the Energetic Feed Value Obtained from Chemical Analysis and in vitro Gas Production Using Rumen Fluid. *Animal Research and Development*, 28: 7–55.

Merry, R. Lowes, K. Y Winters, A. (1997). Current and future approaches to biocontrol in silage. *sn sl. Edit. Arch. Anim. Nutr.*, Vol.50 pp 17-27.

Morand-Fehr, P. (2005): Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Rumin. Re.*, 60:25-43

McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., & Morgan, C.A. (2006). *Nutrición animal*. Ed 6. 17:401-407. Acribia.

Ortega-Reyes, L., Provenza, F.D., 1993. Experience with blackbrush affects ingestion of shrub live oak by goats. *J. Anim. Sci.* 71, 380–383.

Ravi Kiran, G., Suresh, K.P., Sampath, K.T., Giridhar, K. & Anandan, S. (2012). *Modeling and Forecasting Livestock and Fish Feed Resources: Requirements and Availability in India*, National Institute of Animal Nutrition and Physiology, Bangalore.

Rogosic, J., Estell, R.E., Skobic, D., Martinovic, A., Maric, S., 2006. Role of species diversity and secondary compound complementarity on diet selection of Mediterranean shrubs by Goats. *J. Chem. Ecol.* 32, 1279-1287

Ros, M., Pascual, J. A., Ayuso, M., Morales, A. B., Miralles, J. R., & Solera, C. (2012). Salidas valorizables de los residuos y subproductos orgánicos de la industria de los transformados de frutas y hortalizas: proyecto Life+ Agrowaste. CEBAS-CSIC, CTC y AGRUPAL. España.

Sandoval-Castro, C. A., Lizarraga-Sanchez, H. L., & Solorio-Sanchez, F. J. (2005). Assessment of tree fodder preference by cattle using chemical composition, in vitro gas production and in situ degradability. *Animal Feed Science and Technology*, 123, 277-289.

SAS®, 2012. User's Guide: Statistics. The Mixed Procedure. Version 9.2. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.

Sultana, M. N., Uddin, M. M., Ridoutt, B. G., & Peters, K. J. (2014). Comparison of water use in global milk production for different typical farms. *Agricultural Systems*, 129, 9-21.

Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2^o Ed. Comstock. Cornell University Press., 476 pp.

Wadhwa, M., & Bakshi, M. P. S. (2013). Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products. *RAP Publication*, 4.

Weinberg, Z. G., & Muck, R. E. (1996). New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews*, 19(1), 53-68.

