

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

Máster Universitario Oficial de
Agroecología, Desarrollo Rural y Agroturismo



Efecto de la inclusión de dos
subproductos agroindustriales (brócoli
y planta de alcachofa) en las dietas de
las cabras y en la composición del
suero del queso

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Convocatoria – 2019/2020

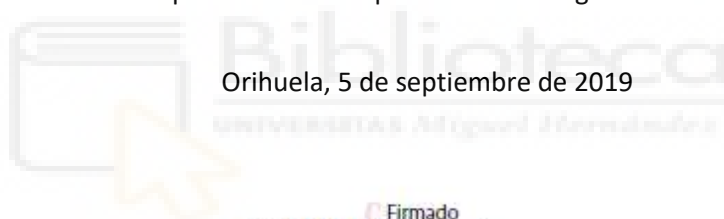
AUTOR: Jairo Martín Lobo

DIRECTOR/ES: Dra. Esther Sendra Nadal
Raquel Muelas Domingo



Máster Oficial en Agroecología, Desarrollo Rural y Agroturismo

Se autoriza al alumno **D^a Jairo Martín Lobo** a realizar el Trabajo Fin de Máster titulado: “Efecto de la inclusión de dos subproductos agroindustriales (brócoli y planta de alcachofa) en la dieta de las cabras, en la composición del suero de quesería “. realizado bajo la dirección de **D. Esther Sendra Nadal**, debiendo cumplir las directrices para la redacción del mismo que están a su disposición en la asignatura.



Orihuela, 5 de septiembre de 2019

Firmado digitalmente por ESTHER SENDRA NADAL
Fecha: 2020.02.27 08:28:00 +01'00'

Fdo.: Esther Sendra Nadal

Fdo.: Esther Sendra Nadal

Directora del Master Universitario en Agroecología, Desarrollo Rural y Agroturismo





MÁSTER UNIVERSITARIO OFICIAL DE AGROECOLOGÍA, DESARROLLO RURAL Y AGROTURISMO

VISTO BUENO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2019 /2020

Director/es del trabajo
Dra. Esther Sendra Nadal Raquel Muelas Domingo

Dan su visto bueno al Trabajo Fin de Máster

Título del Trabajo
Efecto de la inclusión de dos subproductos agroindustriales (brócoli y planta de alcachofa) en las dietas de las cabras y en la composición del suero del queso.
Alumno
Jairo Martín Lobo

Orihuela, a 5 de marzo de 2020
Firma/s directores/es trabajo



MÁSTER UNIVERSITARIO OFICIAL DE AGROECOLOGÍA, DESARROLLO RURAL Y AGROTURISMO

REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Efecto de la inclusión de dos subproductos agroindustriales (brócoli y planta de alcachofa) en las dietas de las cabras y en la composición del suero del queso.

Title: Effect of the inclusion of two agro-industrial by-products (broccoli and artichoke plant) on goat diets and on the composition of cheese whey.

Modalidad del trabajo: Experimental

Type: Research

Autor/Author: Jairo Martín Lobo

Director/es/Advisor: Esther Sendra Nadal y Raquel Muelas Domingo

Convocatoria: Extraordinaria 2020

Month and year: Extraordinary 2020

Número de referencias bibliográficas/Number of references : 31

Número de tablas/Number of tables: 12

Número de figuras/ Number of figures: 7

Palabras clave (5 palabras): subproducto agroindustrial, cabra, dieta, propiedades fisicoquímicas, suero

Key words (5 words): agro-industrial by-product, goat, diet, physicochemical properties, whey

RESUMEN:

En la actualidad, el uso de subproductos agroindustriales en la alimentación de las cabras posee ventajas económicas y medioambientales, abarata los costes de alimentación, utiliza recursos locales y reduce pérdidas de alimentos y residuos. El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto que tiene la inclusión de dos subproductos agroindustriales (brócoli y planta de alcachofa) en las dietas de las cabras, sobre la composición del suero del queso. Para ello se llevó a cabo un estudio en la Granja docente experimental de pequeños rumiantes de la Universidad Miguel Hernández, en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Los subproductos utilizados proceden de los cultivos y de la industria de la Vega Baja del Segura. Se seleccionaron cabras de la raza murciano-granadina de características homogéneas. Se dividieron en cuatro lotes de veinticinco cabras y a cada lote se les iba incluyendo en la dieta un porcentaje de subproducto progresivamente. De cada lote, y a lo largo del experimento se recogió leche periódicamente para la elaboración de queso en el CERSYRA de Valdepeñas (por un maestro quesero de la DO Manchego) y se recogía el suero de quesería. De las muestras de suero se ha analizado el color y la composición para estimar las pérdidas de nutrientes con el suero durante la elaboración de queso y detectar posibles diferencias de rendimiento a causa de la dieta de los animales.

ABSTRACT:

Currently, the use of agro-industrial by-products in goat feed has economic and environmental advantages, lowers food costs, uses local resources and reduces food and waste losses. The objective of this work is to evaluate the effect of the inclusion of two agro-industrial by-products (broccoli and artichoke plant) on goat diets, on the composition of cheese whey. For this purpose, a study was carried out at the experimental teaching farm of small ruminants of the Miguel Hernández University, at the Polytechnic Higher School of Orihuela. The by-products used come from the crops and the vega Baja del Segura industry. Goats of the murciano-granadine breed of homogeneous characteristics were selected. They were divided into four batches of twenty-five goats and each batch was included in the diet a percentage of by-product progressively. From each batch, and throughout the experiment milk was periodically collected for cheese making at the CERSYRA de Valdepeñas (by a master cheesemaking of the DO Manchego) and the cheese serum was collected. From whey samples, the color and composition have been analyzed to estimate the nutrient residues with the whey during cheese making and to detect possible differences in yield due to the diet of the animals.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 La alimentación del ganado caprino con subproductos hortícolas.....	7
1.2 Elaboración del queso.....	11
1.3 Antecedentes	12
2. OBJETIVOS.....	13
3. METODOLOGÍA (MATERIALES Y MÉTODOS).....	14
3.1 Plan de trabajo	14
3.2 Elaboración del queso	15
3.3 Determinación de la composición de la leche, suero y queso	16
3.4 Determinación del color de la leche, suero y queso	16
3.5 Análisis estadístico de los datos	18
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
5. CONCLUSIONES	32
6. BIBLIOGRAFÍA	33

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. La alimentación del ganado caprino con subproductos hortícolas.

Las necesidades de alimentación de los animales se cubren gracias a distintos grupos de alimentos ricos en energía, proteínas y fibra. Uno de los grupos de alimentos que forman parte de las dietas, son los forrajes.

Hoy en día debido a la baja rentabilidad del sector de los pequeños rumiantes resulta muy importante poder reducir el coste de su alimentación, esto puede conseguirse gracias al uso de subproductos agroindustriales.

Uno de estos pequeños rumiantes son las cabras, en la literatura científica encontramos diversos estudios en los que se estudia su alimentación con subproductos hortofrutícolas (Márquez, Diánez et al. 2010), en el presente estudio queremos evaluar la inclusión de subproductos como el brócoli y la planta de alcachofa en la dieta de cabras de raza Murciano-Granadina (Ilustración 1), una cabra autóctona española, asentada en los Valles del Segura y de la que disponemos en la granja de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela de la Universidad Miguel Hernández.



Ilustración 1. Cabra Murciano-granadina. Granja de Granja Docente y Experimental de Pequeños Rumiantes perteneciente a la Universidad Miguel Hernández. Fuente: Propia

El uso de subproductos agroindustriales en la alimentación de las cabras posee ventajas económicas y medioambientales, abarata los costes de alimentación, utiliza recursos locales y reduce pérdidas de alimentos y residuos. La utilización de subproductos de la huerta de Alicante-Murcia, como son el brócoli y la

alcachofa, puede tener un alto impacto en la sostenibilidad económica y medioambiental de la producción agrícola y ganadera de la zona. El aprovechamiento de subproductos de verduras y frutas permite reducir estos residuos y proporcionan una fuente potencial de energía para los animales, reduciendo el costo ambiental y económico de desecharlos en un vertedero, (García, Esteban et al. 2005).

También es importante el empleo de estos subproductos con el fin de reducir el uso de forrajes, que son los que producen mayor metano, mientras que una ración mixta (combinación de forraje con otros concentrados hortofrutícolas) permite reducir dichas emisiones de metano (Fernández 2015). El efecto que observaremos dependerá de las características nutritivas del subproducto (contenido y tipo de fibra, grasa...) (Fernández 2015).

En España se producen aproximadamente 600.000 toneladas de brócoli repartidas en 50.000 hectáreas, aunque gran cantidad de estas son exportadas al extranjero (Lozano, 2019). Respecto a la producción de alcachofa se producen cerca de 220.000 toneladas (Mercados 2020).

Los mayores productores de brócoli y alcachofa (Ilustración 2 y 3) es Murcia, seguido de Navarra, Comunidad Valenciana, Extremadura y Andalucía (MAPA 2017).



Ilustración 2. Producción de brócoli en España en el año 2017. Fuente: MAPA 2017. Elaboración: Propia



Ilustración 3. Producción de alcachofa en España en el año 2017. Fuente: Mapa 2017. Elaboración: Propia

El uso de estos subproductos en ganadería permite reducir los excesos de estos alimentos y los inconvenientes generados por los residuos. También usando estos subproductos ahorramos en costes de transporte, que conlleva al comprar heno de alfalfa y grano de cebada, en otras comunidades autónomas situadas a gran distancia.

En Almería se aprovecharon restos de las plantas de invernadero (tomate, melón, sandía, calabacín, pepino, berenjena y frijol verde) y redujeron de manera considerable, la biomasa generada para alimentar a cabras y ovejas. Estos subproductos cumplen con los límites máximos legales existentes en desechos de productos fitosanitarios a nivel europeo, están libres de otros desechos sólidos y proporcionan una fuente viable de bajo costo o como suplemento de la nutrición para ovejas y cabras (Márquez, Diáñez et al. 2010).

Los subproductos de la alcachofa se han incluido tradicionalmente en las dietas de las rumiantes sin embargo, su estacionalidad natural y su alto contenido en agua limitan su uso (Martínez-Teruel, Madrid et al. 1998). Se ha comprobado que la harina de hoja de alcachofa en sustitución por la harina de alfalfa aumento la producción de leche en las cabras (Bonomi, Bonomi et al. 2004). También se ha constatado que las raciones mixtas de subproductos ensilados de brócoli y alcachofa con alfalfa muestran una digestibilidad superior al 70% (Agulló 2016). En conclusión, los subproductos de brócoli y alcachofa, uno con alto contenido en proteínas y otro con alto contenido en fibra respectivamente (Tabla 1), los

hace muy beneficiosas para la alimentación de rumiantes. Pueden ser usados ensilados sin riesgo para la salud de las cabras. (Mayo 2002).

TABLA 1. Composición nutricional del brócoli y de la alcachofa: Agua, materia seca, grasa bruta, fibra bruta, materia orgánica y resto de componentes en (% MS). Carbohidratos solubles, proteína bruta y ácidos grasos en (g). Vitaminas liposolubles en (mg y µg). Vitaminas hidrosolubles y minerales en (mg). Valor energético en (cal).

Componentes	Alcachofa	Brócoli
Agua	84	93
Materia seca	16	7
Grasa Bruta	0,12-0,2 (g)	0,20-0,9
Carbohidratos solubles	2,63-9,9	1,50-2,52
Fibra bruta	10,79 (g)	13,2
Proteína bruta	2,4-3,0	3,3,-4,40
Materia orgánica	95,97	-
Cenizas	4,03	11,7
FND	49,99	26
FAD	31,79	18,7
Lignina	1,13	2,3
Celulosa	-	18,1
Hemicelulosa	18,2	3
Minerales		
Calcio	40-53	56-119
Fosforo	90-130	50-87
Hierro	1,0-1,5	1,3-1,7
Sodio	47	15,00
Potasio	353	37,-373
Ácidos grasos		
Saturados	-	0,2
Monoinsaturados	-	0,1
Poliinsaturados	-	0,5
Vitaminas liposolubles		
Vitamina A (UI)	-	575-1066
Vitamina A (Retinol)	16,67 (µg)	-
Vitamina A (Carotenoides)	100-120 (µg)	-
Vitamina E (Tocoferol)	0-190 (mg)	-
Vitaminas hidrosolubles		
Tiamina	0,08-0,14	0,09-0,1
Riboflavina	0,012-0,030	0,06-0,17
Niacina	0,08	09-1,8
Ácido ascórbico	7,6-9,0	41-115
Valor energético	22,01-53,00	33

Fuente: (Mayo 2002)

1.2. Elaboración del queso.

El destino principal de la leche de las ganaderías españolas de pequeños rumiantes, es la elaboración de queso (SEOC 2012). La raza autóctona Murciano-Granadina que es la más numerosa en España, es apreciada por la alta producción de leche y por el contenido en grasa de ésta (MAPA 2018). Las hembras de raza Murciano-Granadina producen aproximadamente 200 kg de leche en 150 días en la primera lactancia, alcanzando 550 kg desde la segunda lactancia en adelante, con lactaciones que pueden durar 240 días (Deroide, Jacopini et al. 2016).

Se entiende por queso el producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido de la leche, de la leche entera o parcialmente desnatada, de la nata, del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos o de todos estos productos, coagulados total o parcialmente por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, antes del desuerado o después de la eliminación parcial de la parte acuosa, con o sin hidrólisis previa de la lactosa, siempre que la relación entre la caseína y las proteínas séricas sea igual o superior a la de la leche. Atendiendo a su maduración los quesos pueden ser: fresco, blanco pasteurizado, madurado y madurado con mohos (RDL 1113/2006, de 29 de septiembre).

En algunas investigaciones se ha comprobado que, al usar subproductos como la alcachofa en las dietas de las ovejas, las propiedades sensoriales generales para los quesos fueron más altas que en los quesos de control (Jaramillo, Buffa et al. 2010). Uno de los subproductos de la industria láctea, es el suero, puede ser originado de dos maneras, una en la elaboración del queso tras la retirada de la cuajada y otra durante la separación de las caseínas de la leche para producir caseinatos. Es considerado un producto muy valioso, en lugar de un desecho, debido al ser rico en proteínas, lactosa, minerales y vitaminas solubles en agua (Sanmartín, Díaz et al. 2012). A los productos derivados del suero se les ha dado valor dirigiéndolos hacia la industria de la alimentación y farmacéutica, como suplementos nutricionales (Aguirre-Ezkauriatza, Ramírez-Medrano et al. 2009) y probióticos (De León and de Gante 2005). Gracias al análisis de la composición del suero se puede evaluar la pérdida de nutrientes durante la elaboración del queso, de modo que, un tipo de alimentación modifica la composición de la leche provocando por lo tanto mayores pérdidas de grasa/proteína en el suero, pero en realidad lo que se está produciendo es una modificación desfavorable de la leche.

1.3. Antecedentes.

Actualmente hay distintos estudios sobre la inclusión de subproductos agroindustriales en las dietas de los rumiantes, así como los efectos en la composición de la leche:

- (Mayo 2002) en su tesis doctoral estudió subproductos industriales de brócoli y alcachofa, y observó que el brócoli tiene alto contenido en proteínas y bajo en fibra y que la alcachofa es al revés, alto contenido en fibra y bajo en proteínas, pero ambos tienen alta digestibilidad y que tras su ensilaje son una alimentación segura para la salud animal.
- (Agulló 2016) en su trabajo fin de máster concluyó que: dadas las características fermentativas, nutritivas y ausencia de residuos fitosanitarios, los subproductos agroindustriales (brócoli y alcachofa), pueden ser utilizados, tras su ensilado en bolsas pequeñas, para la alimentación caprina.
- (García Bernabé 2016) en su trabajo fin de grado determinó, que los subproductos de alcachofa ensiladas son excelente alternativa para la inclusión en las raciones diarias de las cabras lecheras, constituyendo un producto alternativo a los granos y cereales, y reduciendo el coste de la alimentación animal para los ganaderos de pequeños rumiantes.
- (Monllor P 2017) en su estudio concluyó que la incorporación del ensilado de subproductos de brócoli y planta de alcachofa hasta un 40% de la MS de la ración es bien aceptada por las cabras y no origina alteraciones relevantes en la producción ni macrocomposición de la leche.
- (Muelas P 2017) en su estudio completo que los cambios en composición y perfil lipídico son mínimos y que se puede incorporar hasta un 25% de subproductos de la alcachofa ensilada, a la alimentación de las cabras sin que origine modificaciones relevantes en la composición y el perfil lipídico de la leche, mejorando la sostenibilidad de la producción ganadera.
- (Monllor Guerra, Romero et al. 2020) en su estudio determinó, el uso de subproductos de alcachofa en la alimentación de las cabras no da lugar a diferencias marcadas ni en el rendimiento ni la calidad de la leche, tampoco afecta a la sanidad animal. Además, la leche de estas cabras presenta perfiles minerales y lipídicos ligeramente mejores para nuestra nutrición.

2. OBJETIVOS.

El presente trabajo pretende evaluar el efecto que tiene la inclusión de dos subproductos agroindustriales ensilados de (brócoli y planta de alcachofa) en las dietas de las cabras, sobre la composición del suero del queso.

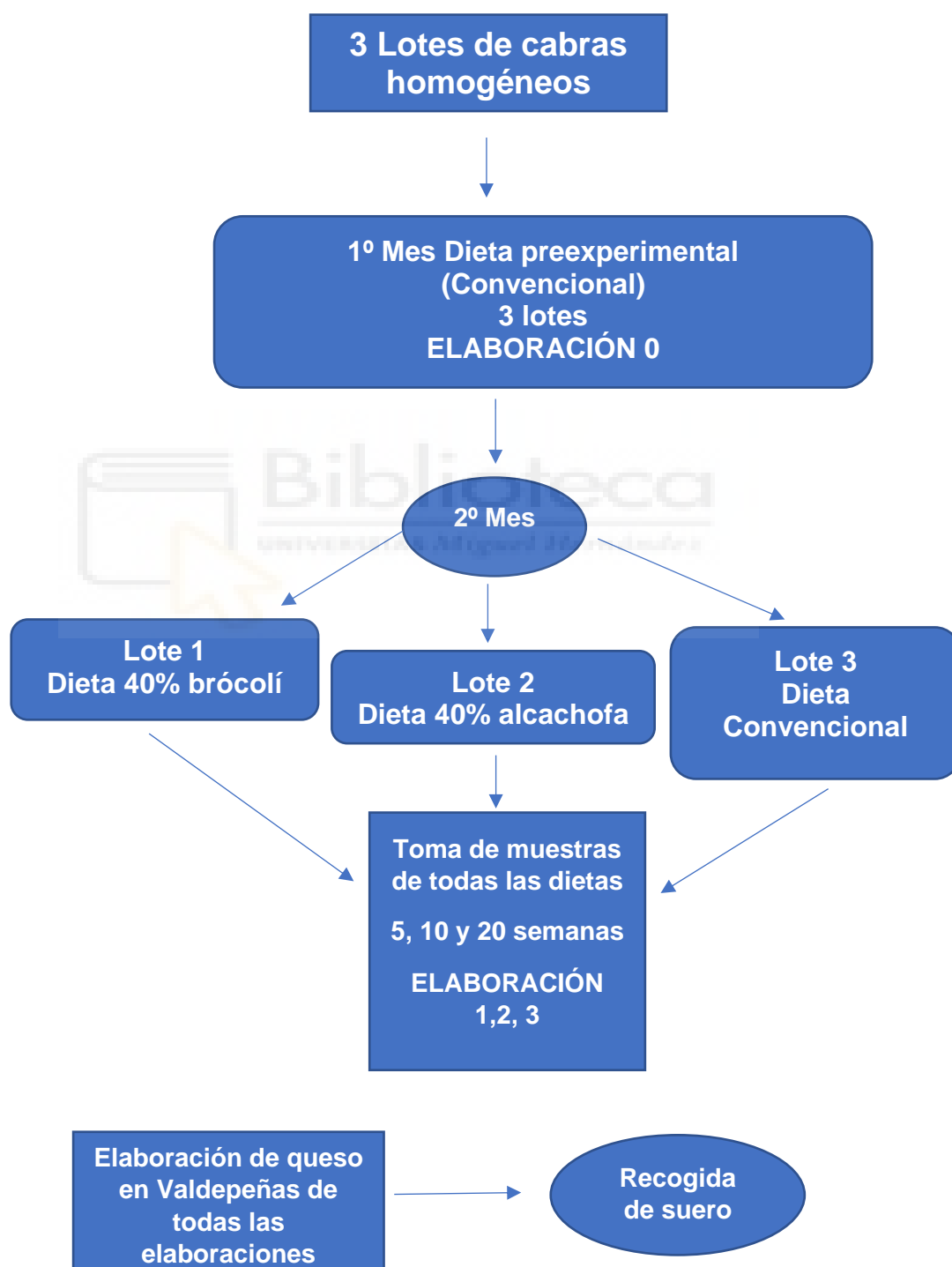
Objetivo específico: Estimar las pérdidas de nutrientes con el suero durante la elaboración del queso y detectar posibles diferencias de rendimiento a causa de la dieta de los animales.



3. METODOLOGÍA (MATERIALES Y MÉTODOS)

Este estudio se ha llevado a cabo en la Granja Docente y Experimental de Pequeños Rumiantes perteneciente a la Universidad Miguel Hernández ubicada en Orihuela, Alicante.

3.1. Plan de trabajo.



De las muestras de leche, queso madurado y suero se han analizado el color y la composición para estimar las pérdidas de nutrientes con el suero durante la elaboración de queso y detectar posibles diferencias a causa de la dieta de los animales.

Todas las dietas suministradas a los animales fueron isoprotéicas e isoenergéticas, su formulación y características se presenta en la tabla 2.

TABLA 2. Ingredientes (g/100 g de MS) y composición química (MS en g/Kg de MF, y el resto de los parámetros en g/Kg de MS) de las dietas experimentales.

Ingredientes (g/100 g MS)	T	SB	PA
Heno de alfalfa	37,6	12,2	-
Mix granos	59,2	21,5	52,6
Avena	3,2	26,2	-
Soja 44%	-	-	6,8
Silo	-	40,0	40,0
Premix vitaminas/minerales	-	-	0,6
Composición química	T	SB	PA
MS	878	333	475
MO	929	902	890
EE	53,1	57,1	52,0
PB	160	164	160
FND	378	354	381
FAD	241	237	254
LAD	56,5	47,6	49,3
TPC	3,65	4,93	3,28

T: dieta testigo; SB: dieta que incluye 40% de ensilado de subproducto de brócoli; PA: dieta que incluye 40% de ensilado de planta de alcachofa dietas calculadas para una producción lechera de 2,5 kg/día; MS: materia seca; MO: materia orgánica; EE: extracto etéreo; PB: proteína bruta; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente; LAD: lignina ácido detergente; TPC: compuestos fenólicos totales.

3.2. Elaboración del queso.

A lo largo del experimento se recogió leche periódicamente, de ella se hicieron cuatro elaboraciones distintas de queso en el CERSYRA de Valdepeñas (por un maestro quesero de la DO Manchego) y se recogió el suero de quesería de cada una de esas elaboraciones. Se realizó siguiendo las pautas de la DO Queso de Murcia (DOP 2020), con la diferencia de que se maduraron en 90 días, en lugar de 60.

3.3. Determinación de la composición de la leche, suero y queso.

Para determinar la composición de todos los lotes y elaboraciones se utilizó el equipo **MILKO SCAN FT 120** (Ilustración 4), es un equipo de medición a través de espectroscopia del infrarrojo cercano, que analiza los principales componentes del suero, así como la detección de anomalías. De cada fabricación se hicieron dos repeticiones de las que se obtuvieron los porcentajes, de las grasas, las proteínas, lactosa y sólidos totales.



Ilustración 4. MILKO SKAN FT 120 Fuente: Propia

3.4. Determinación del color de la leche, suero y queso.

Para determinar el color de las muestras, se utilizó el **SPECTRO PHOTO METER CM-700d** (Ilustración 5), es un espectro colorímetro, (un equipo de alta precisión y confiable con el que se midieron todas las elaboraciones). Se realizaron siete repeticiones de todas las elaboraciones y se obtuvieron los valores de L^* (Luminosidad) (0=negro y 100=blanco) a^* y b^* no tienen límites numéricos específicos. Rangos a^* de verde (valores negativos) a rojo (valores positivos), y b^* varía de azul (valores negativos) a amarillo (valores positivos). y también los espectros de absorción (Ilustración 6 y 7).

El accesorio para medir el color del queso es diferente al de la leche y el suero, pero el procedimiento es el mismo.

Las diferencias totales de color (ΔE) se calcularon utilizando la fórmula (Bodart, de Peñaranda et al. 2008):

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_c^* - L_o^*)^2 + (a_c^* - a_o^*)^2 + (b_c^* - b_o^*)^2}$$

Calculé los valores de ΔE para comparar las distintas muestras de leche, queso y suero. He comparado las muestras de las 5, 10 y 20 semanas con la muestra de la semana 0, es decir con la preexperimental en que todos los animales seguían la misma dieta.

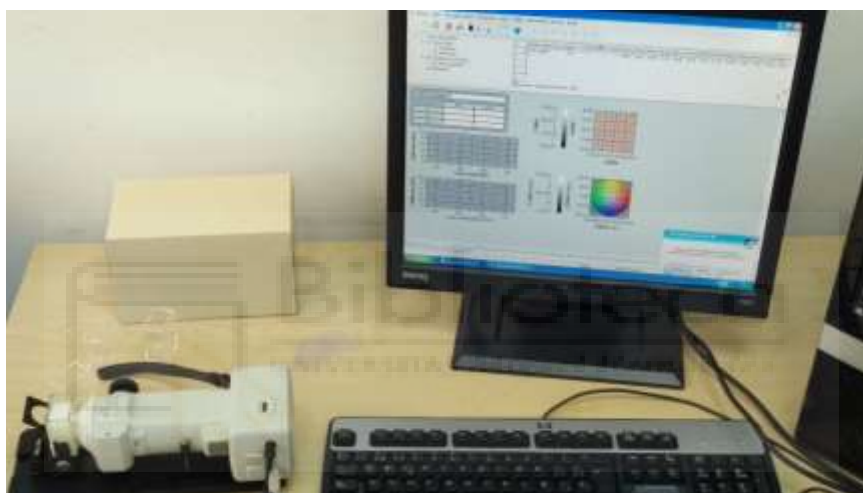


Ilustración 5. SPECTRO PHOTO METER CM-700d Fuente: Propia

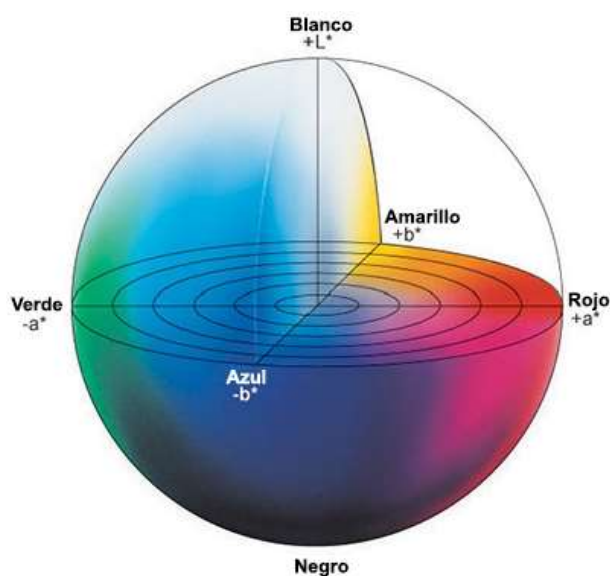


Ilustración 6 Espacio de color $L^* a^* b^*$ Fuente Konika Minolta

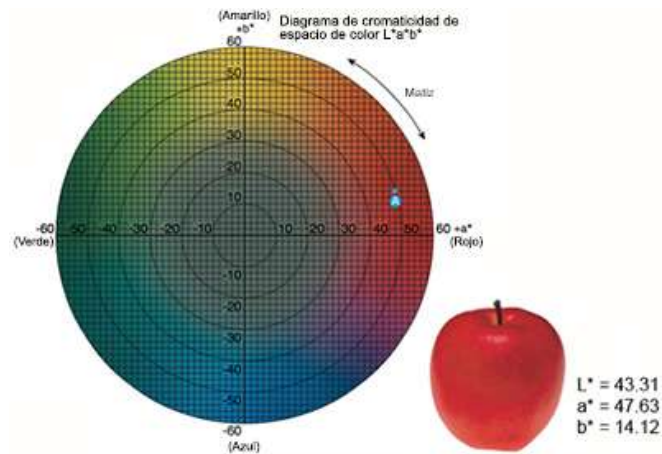


Ilustración 7. Ejemplo de una Manzana, los valores L^* y b^* muestran las mediciones de los instrumentos de color. Fuente Konika Minolta

3.5. Análisis estadístico de los datos.

Para el análisis estadístico analice los parámetros del color y la macrocomposición de la leche, el queso y el suero de cabra de la producción experimental. Primero los tres lotes homogéneos de animales alimentados con una dieta convencional y después los alimentados con dietas diferenciadas (1: 40% ensilado de brócoli, 2: 40% ensilado de planta de alcachofa, 3: dieta convencional) durante 5, 10 y 20 semanas.

Con IBM Statistics SPSS 26, utilizando un procedimiento GLM Multivariante con los factores: lote, alimentación y producción. Las medias se han comparado mediante test de Tukey con un intervalo de confianza del 95%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos para la composición de leche, queso y suero mediante espectroscopía del infrarrojo cercano se presentan en las siguientes tablas.

TABLA 3. Diferencias debidas a la elaboración (con independencia del lote) para cada parámetro determinadas mediante test de Tukey con una confianza del 95% de forma global. Letras diferentes en la misma columna denotan que se han detectado diferencias significativas entre las medias de dichos valores ($p < 0,05$).

	SUERO			LECHE			QUESO		
	grasa	proteína	Materia seca	Grasa	proteína	Materia seca	grasa	Proteína	Materia seca
0	A	A	A	B	B	C	D	A	D
1	A	A	B	B	A	B	C	A	C
2	B	A	A	A	A	A	B	B	B
3	B	B	B	C	C	C	A	B	A

La información de la Tabla 3, nos permite observar las diferencias significativas en la grasa, la proteína y la materia seca, del suero, leche y queso según van avanzado las elaboraciones, es decir la lactación, hasta las 20 semanas que duró el experimento. En el suero, grasa, proteína y materia seca no hay grandes diferencias significativas según avanza la lactación. En cuanto a la leche si son mayores desigualdades según avanza la lactación en los tres parámetros (grasa, proteína y materia seca). En el queso se observa que la mayor diferencia es mayor al principio de la lactación en grasa y materia seca pero la proteína apenas experimenta cambios.

A continuación, se presentan las tablas de macrocomposición en las 4 producciones (experimental, 5, 10 y 20 semanas). En la tabla 4 (producción 0), observamos los valores de tres lotes de cabras con la misma dieta a lo largo de un mes. La grasa y la proteína del suero y de la leche no presentan variaciones en cambio en el queso, estas variaciones son mayores, un 2,77% entre el lote 1 y 2 en la grasa y 1,78% en la proteína.

En las siguientes tablas (4, 5 y 6) vamos a ir comprobando cómo evolucionan los valores durante las 20 semanas que dura el experimento. Cada lote tiene una dieta diferenciada, ya sea el lote 1 (40% de ensilado de brócoli), lote 2 (40% de ensilado de planta de alcachofa) y lote 3 (dieta convencional).

TABLA 4. Macrocomposición (g/100g media y desviación estándar) de suero, leche y queso de cabra de la producción experimental: 3 lotes homogéneos de animales alimentados con dieta convencional.

PRODUCCIÓN 0, PREEXPERIMENTAL				
Porcentaje (%)	Lote 1 (Dieta convencional)	Lote 2 (Dieta convencional)	Lote 3 (Dieta convencional)	Sig
SUERO				
GRASA	0,91 ± 0,02a	1,02 ± 0,01b	1,06 ± 0,02b	*
PROTEÍNA	0,58 ± 0,01a	0,57 ± 0,01a	0,64 ± 0,01a	NS
MS	8,10 ± 0,02a	8,08 ± 0,01a	8,18 ± 0,02a	NS
LECHE				
GRASA	5,01 ± 0,14a	4,91 ± 0,12a	5,03 ± 0,13a	NS
PROTEÍNA	3,34 ± 0,04a	3,33 ± 0,03a	3,35 ± 0,04a	NS
MS	14,21 ± 0,07a	14,03 ± 0,15a	14,18 ± 0,15b	*
QUESO				
GRASA	38,82 ± 0,13a	36,05 ± 0,04b	37,1 ± 0,11c	**
PROTEÍNA	27,18 ± 0,06a	26,00 ± 0,04b	25,4 ± 0,13c	**
MS	70,19 ± 0,04a	68,58 ± 0,06b	69,06 ± 0,24c	**

NS= no significativo, * significación <0,05, **significación < 0,01. Valores con de una misma línea con diferentes letras difieren de forma significativa.

En la tabla 5 (producción 1), analizamos la macrocomposición de suero leche y queso tras tener a los animales cinco semanas con dieta diferenciada, a la semana 5 del ensayo. En el suero de las tres dietas, los resultados de grasa son parecidos y la proteína empieza a disminuir en leche de animales alimentados con subproductos. Respecto a la leche, la dieta con mayor porcentaje de grasa es la de 40% de brócoli, pero en cambio la proteína disminuye respecto a la convencional. Por último; en el queso, al igual que ocurre en la leche la dieta del 40% de brócoli es la que tiene mayor porcentaje de grasa y menor proteína.

Si comparamos esta producción a las cinco semanas, con la preexperimental, no hay grandes diferencias ni en el suero ni en la leche. Sin embargo, el queso en la dieta de 40% de brócoli la grasa aumenta al contrario que con las otras dietas. Mientras tanto la proteína disminuye en la del brócoli y aumenta en la del 40% de planta de alcachofa.

TABLA 5. Macrocomposición (g/100g media y desviación estándar) de suero, leche y queso de cabra de la producción experimental: 3 lotes homogéneos de animales alimentados con dietas diferenciadas (1: 40% ensilado de brócoli, 2:40% ensilado de planta de alcachofa, 3: dieta convencional) durante 5 semanas.

PRODUCCIÓN 1, 5 SEMANAS DE DIETA DIFERENCIADA				
Porcentaje (%)	40% Ensilado brócoli	40% ensilado de planta de alcachofa	Dieta convencional	Sig
SUERO				
GRASA	1,07 ± 0,03a	1,11 ± 0,08a	1 ± 0,07a	NS
PROTEÍNA	0,58 ± 0,01a	0,58 ± 0,02a	0,65 ± 0,01b	*
MS	7,45 ± 0,15a	7,41 ± 0,09a	7,12 ± 0,06b	*
LECHE				
GRASA	5,50 ± 0,01a	4,86 ± 0,01 b	4,87 ± 0,02b	**
PROTEÍNA	3,11 ± 0,00a	3,18 ± 0,01b	3,31 ± 0,00c	**
MS	14,33 ± 0,01a	13,62 ± 0,01b	13,75 ± 0,03b	*
QUESO				
GRASA	40,94 ± 0,05a	31,25 ± 0,01b	31,52 ± 0,04c	**
PROTEÍNA	23,91 ± 0,15a	27,12 ± 0,04b	27,67 ± 0,04c	**
MS	71,99 ± 0,07a	64,98 ± 0,05b	65,93 ± 0,04c	**

NS= no significativo, * significación <0,05, **significación < 0,01. Valores con de una misma línea con diferentes letras difieren de forma significativa.

En la tabla 6 (elaboración 2), se presenta la macrocomposición de leche, queso y suero tras 10 semanas de dieta diferenciada. Se puede comprobar el suero en, la dieta del 40% de brócoli aumenta la grasa y disminuye la proteína, pero que con la dieta del 40% de planta de alcachofa la grasa disminuye al igual que la proteína. Por tanto, en la leche y el queso la grasa aumenta en las dos dietas y disminuye la proteína en ambas.

Si comparamos esta producción a las 10 semanas, con la producción a las 5 semanas, vemos que el suero la grasa aumenta y la proteína disminuye con la dieta de brócoli, similar a la dieta control, en cambio en la dieta de alcachofa se mantiene estable. En la leche la grasa disminuye en todas las dietas y la proteína disminuye en la dieta control y la de alcachofa y aumenta en la de brócoli. En el queso la grasa disminuye y la proteína aumenta en todas las dietas.

TABLA 6. Macrocomposición (g/100g media y desviación estándar) de suero, leche y queso de cabra de la producción experimental: 3 lotes homogéneos de animales alimentados con dietas diferenciadas (1: 40% ensilado de brócoli, 2:40% ensilado de planta de alcachofa, 3: dieta convencional) durante 10 semanas.

PRODUCCIÓN 2, 10 SEMANAS DE DIETA DIFERENCIADA				
Porcentaje (%)	40% Ensilado brócoli	40% ensilado de planta de alcachofa	Dieta convencional	Sig
SUERO				
GRASA	1,69 ± 0,01a	1,18 ± 0,03b	1,61 ± 0,55a	*
PROTEÍNA	0,49 ± 0,01a	0,55 ± 0,01b	0,58 ± 0,01c	**
MS	8,42 ± 0,03a	7,66 ± 0,04b	8,54 ± 0,04a	*
LECHE				
GRASA	5,24 ± 0,01a	4,44 ± 0,01b	4,61 ± 0,01c	**
PROTEÍNA	3,18 ± 0,01a	3,12 ± 0,01a	3,29 ± 0,01b	*
MS	13,9 ± 0,01a	12,98 ± 0,05b	13,31 ± 0,01c	**
QUESO				
GRASA	36,43 ± 0,04a	31,18 ± 0,05b	29,34 ± 0,01c	**
PROTEÍNA	25,25 ± 0,04a	28,03 ± 0,12b	29,81 ± 0,05c	**
MS	65,58 ± 0,03a	63,20 ± 0,11b	63,12 ± 0,01b	**

NS= no significativo, * significación <0,05, **significación < 0,01. abc: Valores con de una misma línea con diferentes letras difieren de forma significativa.

En la tabla 7 (producción 3), analizamos la macrocomposición de las dietas diferenciadas pasadas 20 semanas. En el suero, en ambas dietas (brócoli y alcachofa) la grasa es mayor que la convencional pero la proteína es menor. Respecto a la leche, el mayor porcentaje de grasa lo da la dieta de brócoli, pero la de la proteína es menor. Y el queso la grasa vuelve a ser mayor con la dieta de brócoli que la convencional y menor con la dieta de alcachofa. En cambio, la proteína en la leche es mayor con la dieta de alcachofa.

Si confrontamos los resultados de esta producción a las 20 semanas con la anterior, la grasa del suero decrece de forma poco significativa con la dieta del brócoli; lo contrario que con la dieta de alcachofa que crece y la proteína también. Respecto a la leche, grasa y proteína aumentan. Por último, en el queso la grasa y la proteína disminuyen con la dieta del brócoli, pero con la dieta de alcachofa la grasa también, pero la proteína aumenta.

TABLA 7. Macrocomposición (g/100g media y desviación estándar) de suero, leche y queso de cabra de la producción experimental: 3 lotes homogéneos de animales alimentados con dietas diferenciadas (1: 40% ensilado de brócoli, 2:40% ensilado de planta de alcachofa, 3: dieta convencional) durante 20 semanas.

PRODUCCIÓN 3, 20 SEMANAS DE DIETA DIFERENCIADA				
Porcentaje (%)	40% Ensilado brócoli	40% ensilado de planta de alcachofa	Dieta convencional	Sig
SUERO				
GRASA	1,61 ± 0,07a	1,61 ± 0,07a	1,44 ± 0,09b	*
PROTEÍNA	0,67 ± 0,01a	0,61 ± 0,02b	0,73 ± 0,02c	**
MS	8,33 ± 0,08a	8,02 ± 0,05b	8,08 ± 0,10b	**
LECHE				
GRASA	5,61 ± 0,02a	4,99 ± 0,02b	5,41 ± 0,00c	**
PROTEÍNA	3,68 ± 0,00a	3,53 ± 0,00b	3,73 ± 0,00c	**
MS	14,61 ± 0,03a	13,69 ± 0,01b	14,45 ± 0,02c	**
QUESO				
GRASA	35,25 ± 0,05a	28,57 ± 0,00b	28,68 ± 0,03b	**
PROTEÍNA	25,19 ± 0,03a	29,90 ± 0,08b	27,76 ± 0,01c	**
MS	64,59 ± 0,03a	62,35 ± 0,03b	60,63 ± 0,02c	**

NS= no significativo, * significación <0,05, **significación < 0,01. Valores con de una misma línea con diferentes letras difieren de forma significativa.

Si ahora comparamos la macro composición de las dietas diferenciadas a las 20 semanas con las dietas preexperimentales, observamos:

- Con respecto al suero, la dieta que más aumenta la grasa es la dieta del brócoli, con un 0,7%, casi el doble que con el resto de las dietas. La proteína también aumenta, pero el porcentaje es mucho menor. En la dieta convencional pasadas las 20 semanas, la diferencia en la grasa es de 0,38%.
- En relación con la leche, la dieta del brócoli vuelve a ser en la que más aumenta la grasa con un 0,6% y en la dieta de la alcachofa con un 0,5%, casi un doble que, con la dieta convencional, con un 0,36%, valor parecido al del suero. La proteína en la leche aumenta, pero la diferencia es similar a la dieta convencional.

- Respecto al queso, conforme avanza la lactación el contenido graso del queso disminuye: con la dieta de brócoli el descenso es más moderado tan solo un 3,6%, en cambio con la dieta de alcachofa la grasa disminuye casi el doble al igual que en quesos de leche de la dieta convencional, que disminuye en un 8,4%. En cambio, la dieta del brócoli conlleva una reducción de la proteína en un 8%, mientras que aumenta en un 3% con la dieta de alcachofa y la dieta convencional. Ocurre lo mismo en las ovejas que, al avanzar la dieta, la grasa del queso disminuye (Jaramillo, Buffa et al. 2010).

Como se puede comprobar, la grasa disminuye en el queso conforme avanza la lactación en las tres dietas ensayadas, en cambio las pérdidas de grasa en el suero aumentan, por lo tanto son responsables de una cierta reducción del rendimiento del queso (Lucey and Kelly 1994).

Por lo tanto, observamos que, durante las dietas diferenciadas, la grasa aumenta pasadas las 20 semanas en la leche y el suero. En cambio, en el queso la grasa disminuye en más de un 3% con la dieta de brócoli y más del doble en la de alcachofa.

Comparando resultados con otros estudios la proteína que contiene el suero del queso de cabra es mucho más baja que la proteína del suero del queso de oveja (Aldalur, Bustamante et al. 2019). Según algunas investigaciones la composición de los derivados de la leche de cabra varía según el sistema de alimentación y la pasteurización. (Chávez-Servín, Andrade-Montemayor et al. 2018).

En algunos experimentos con vacas el uso de hojas de brócoli disminuyó la grasa y aumentó la proteína y la producción de leche no difirió mucho de la dieta control. (Losada, Cortés et al. 1992). Posiblemente el avance de la lactación afecta a la composición de la leche y el queso ya que en las 20 semanas de experimento la lactancia va avanzando. En el suero, según va progresando la lactación la grasa aumenta pero la proteína disminuye (Rako, Tudor Kalit et al. 2018).

También se ha comprobado que utilizando subproductos de tomillo y romero como suplemento de la alimentación en cabras Murciano-Granadina aumentamos la grasa, proteína y la materia seca de la leche, pero no la composición del queso. Además, usando estos subproductos se da un valor añadido a los quesos. (Boutoial 2014)

En otros análisis sobre la inclusión de alcachofa en un 10% y un 30% como suplemento en las ovejas manchegas, se observó que, pasadas 20 semanas, la

grasa y la proteína aumentaron. Sin embargo, con la dieta control, según va transcurriendo el tiempo la proteína aumentó más de 1% que en las dietas diferenciadas. Con la grasa ocurre lo mismo, aumentó un 2% en la dieta control y no llegó al 1% en las dietas diferenciadas (Pérez Baena, Piquer et al. 2011). En nuestro experimento, ocurre lo mismo en la composición de la leche, las diferencias según va avanzando la lactación son similares en las tres dietas ensayadas, menores de 1% en grasa y proteína. Por lo tanto, no afecta significativamente en la composición de la leche.

En las siguientes tablas se pueden comprobar los resultados con parámetros de color (L^* , a^* y b^*).

TABLA 8. Parámetros de color (media y desviación estándar) de suero, leche y queso de cabra de la producción experimental: 3 lotes homogéneos de animales alimentados con dieta convencional.

PRODUCCIÓN 0, PREEXPERIMENTAL				
	Lote 1 (Dieta convencional)	Lote 2 (Dieta convencional)	Lote 3 (Dieta convencional)	Sig
SUERO				
L^*	58,35 ± 0,46a	61,89 ± 0,44b	61,02 ± 0,61b	*
a^*	-2,43 ± 0,01a	-2,26 ± 0,01b	-2,43 ± 0,01a	*
b^*	2,09 ± 0,12a	2,72 ± 0,1b	2,89 ± 0,03b	*
LECHE				
L^*	nd	nd	nd	
a^*	nd	nd	nd	
b^*	nd	nd	nd	
QUESO				
L^*	79,11 ± 3,17a	81,37 ± 3,49a	83,29 ± 1,56a	NS
a^*	-0,14 ± 0,09a	-0,13 ± 0,08a	-0,03 ± 0,11a	NS
b^*	13,37 ± 0,73a	11,55 ± 0,37b	9,97 ± 0,42c	*

NS= no significativo, * significación <0,05, **significación < 0,01. Valores con de una misma línea con diferentes letras difieren de forma significativa

En la tabla 8 (producción 0), observamos los parámetros del color de tres lotes de cabras con la misma dieta durante un mes. Respecto al suero, hay lotes con valores parecidos, como ocurre con el lote 2 y 3 que difieren los valores de L^* y

b* ya que son menores, pero en cambio el valor de a* es similar en los lotes 1 y 3 y menor en el lote 2. En relación los datos de la leche no disponemos de ellos, los analizaremos en las siguientes tablas. Por último, en cuanto a los datos del queso en los parámetros L* y a* no hay existen diferencias entre los lotes y, pero ocurre lo contrario en el b*, ya que cada lote es diferente.

En las siguientes tablas (8, 9 y 10) vamos a ir comprobando cómo evolucionan los parámetros del color hasta las 20 semanas del experimento. Cada lote tiene una dieta diferenciada, ya sea el lote 1 (40% de ensilado de brócoli), lote 2 (40% de ensilado de planta de alcachofa) y lote 3 (dieta convencional).

TABLA 9. Parámetros de color (media y desviación estándar) de suero, leche y queso de cabra de la producción experimental: 3 lotes homogéneos de animales alimentados con dietas diferenciadas (1: 40% ensilado de brócoli, 2:40% ensilado de planta de alcachofa, 3: dieta convencional) durante 5 semanas.

PRODUCCIÓN 1, 5 SEMANAS DE DIETA DIFERENCIADA				
	40% Ensilado brócoli	40% ensilado de planta de alcachofa	Dieta convencional	Sig
SUERO				
L*	58,10 ± 0,23a	54,63 ± 0,93b	56,06 ± 0,57c	*
a*	-2,25 ± 0,03a	-2,06 ± 0,01b	-2,13 ± 0,01a	*
b*	2,01 ± 0,03a	0,59 ± 0,06b	1,06 ± 0,08c	**
LECHE				
L*	81,3 ± 0,00a	81,21 ± 0,00a	80,95 ± 0,00b	*
a*	-1,25 ± 0,00a	-1,09 ± 0,00b	-1,15 ± 0,00b	*
b*	6,87 ± 0,00a	5,69 ± 0,00b	5,78 ± 0,00b	*
QUESO				
L*	85,1 ± 1,5a	81,08 ± 0,07b	77,40 ± 0,54c	***
a*	-1,00 ± 0,12a	-0,31 ± 0,36b	-1,35 ± 0,44a	*
b*	13,10 ± 0,59 a	11,35 ± 0,25b	11,49 ± 1,96b	*

NS= no significativo, * significación <0,05, **significación < 0,01. Valores con de una misma línea con diferentes letras difieren de forma significativa.

En la tabla 9 (producción 1), se registra el color en las 5 semanas de experimento. En la dieta de brócoli, los parámetros de color son mayores que el resto de las dietas diferenciadas en todas las muestras. Respecto a la dieta de alcachofa, en la mayoría de los parámetros son menores que la dieta convencional.

Si comparamos esta producción con la preexperimental, observamos que los valores del suero con menores en todas las dietas, salvo en la del brócoli que son similares. Por último, respecto al queso los valores de L* son menores en todas las dietas, pero en a* son valores mayores y en b* valores parecidos, salvo en la dieta convencional que es mayor.

TABLA 10. Parámetros de color (media y desviación estándar) de suero, leche y queso de cabra de la producción experimental: 3 lotes homogéneos de animales alimentados con dietas diferenciadas (1: 40% ensilado de brócoli, 2:40% ensilado de planta de alcachofa, 3: dieta convencional) durante 10 semanas.

PRODUCCIÓN 2, 10 SEMANAS DE DIETA DIFERENCIADA				
	40% Ensilado brócoli	40% ensilado de planta de alcachofa	Dieta convencional	Sig
SUERO				
L*	59,50 ± 0,66a	60,26 ± 0,65a	69,51 ± 1,27b	**
a*	-2,10 ± 0,05a	-1,69 ± 0,11b	-1,39 ± 0,11c	*
b*	2,81 ± 0,16a	1,57 ± 0,39b	4,27 ± 0,30c	**
LECHE				
L*	80,94±0,00a	80,63±0,00a	80,61±0,00a	NS
a*	-1,2±0,00a	-1,1±0,00b	-1,19±0,00a	*
b*	6,37±0,00a	5,35±0,00b	5,91±0,00c	*
QUESO				
L*	87,48 ± 0,59a	84,29 ± 0,99b	81,24 ± 1,55c	*
a*	-1,13 ± 0,08a	-0,28 ± 0,32b	-0,97 ± 0,16a	*
b*	12,68 ± 0,11a	11,12 ± 0,47b	11,68 ± 1,91a,b	*

NS= no significativo, * significación <0,05, **significación < 0,01. Valores con de una misma línea con diferentes letras difieren de forma significativa.

En la tabla 10 (producción 2), analizamos el color en las 10 semanas de experimento. En el suero los parámetros l* y b* son mayores en la dieta convencional, pero el a* es mayor en la dieta de brócoli. En la leche, todas las dietas tienen valores parecidos en L* y en a* aunque son mayores los del brócoli, en cambio las diferencia en b* son más grandes. En el queso el parámetro L* es mayor con la dieta del brócoli, pero en a* y b* tienen valores parecidos en la dieta convencional y de brócoli, pero menor con la dieta de alcachofa.

Si comparamos esta producción con la de las 5 semanas del experimento; observamos que, en el suero, todos los valores son mayores en esta producción, pero en la leche y el queso los parámetros L* y a* son menores excepto b* que con la dieta convencional es mayor.

TABLA 11. Parámetros de color (media y desviación estándar) de suero, leche y queso de cabra de la producción experimental: 3 lotes homogéneos de animales alimentados con dietas diferenciadas (1: 40% ensilado de brócoli, 2:40% ensilado de planta de alcachofa, 3: dieta convencional) durante 20 semanas.

PRODUCCIÓN 3, 20 SEMANAS DE DIETA DIFERENCIADA				
	40% Ensilado brócoli	40% ensilado de planta de alcachofa	Dieta convencional	Sig
SUERO				
L*	67,11 ± 0,86a	69,51 ± 1,27 a	65,69 ± 0,67b	*
a*	-1,91 ± 0,02a	-1,39 ± 0,11a	-1,93 ± 0,04a	NS
b*	4,03 ± 0,07a	4,27 ± 0,30a	3,90 ± 0,03a	NS
LECHE				
L*	81,63±0,00a	81,17±0,00a	81,37±0,00a	NS
a*	-0,98±0,00a	-1,01±0,00a	-0,24±0,00b	*
b*	6,36±0,00a	6,21±0,00b	6,23±0,00b	*
QUESO				
L*	79,86 ± 1,03a	78,55 ± 0,01a	81,19 ± 2,84a	NS
a*	-0,07 ± 0,06a	-0,37 ± 0,02b	-0,46 ± 0,10b	*
b*	15,68 ± 0,90a	13,37 ± 0,16b	12,58 ± 0,16c	*

NS= no significativo, * significación <0,05, **significación < 0,01. Valores con de una misma línea con diferentes letras difieren de forma significativa.

En la tabla 11 (producción 3) analizamos el color en las 20 semanas de experimento. En el suero, el parámetro L* es el único en el que se ven claras diferencias con la dieta de alcachofa y brócoli, ya que son mayores respecto a la convencional. Pero los parámetros a* y b* son parecidos en ambas dietas. En la leche el valor L* y b* son parecidos pero mayores que en la dieta del brócoli, en cambio el a* es mayor con la dieta de la alcachofa. Por último, en el queso los parámetros L* y a* son valores parecidos pero mayores que con la dieta convencional, en cambio el valor b* es mayor con las dietas de brócoli y alcachofa.

Si se compara esta producción con la de las diez semanas del experimento, se confirma que:

- En el suero los valores L^* y b^* en las dos dietas diferenciadas son mayores que en la anterior producción. En la dieta convencional es menor el L^* y el a^* es mayor. En la convencional y menor en las diferenciadas.
- En la leche, los valores L^* y b^* son mayores en todas las dietas y menor en el parámetro a^* .
- En el queso, los parámetros L^* y a^* son menores y en el b^* es mayor.

Si ahora examinamos los parámetros del color de las dietas diferenciadas a las 20 semanas con las dietas preexperimentales, se observa que:

- En el suero, los valores de L^* y b^* son mayores, en cambio los valores de a^* son menores en todas las dietas.
- En la leche no disponemos de datos en la producción preexperimental.
- Por último, en el queso el valor de L^* es menor pasadas 20 semanas, en cambio los valores de a^* y b^* , son mayores siendo la dieta de brócoli la mayor en el valor de b^* y la dieta convencional en a^* . Esta disminución de L^* y aumento de b^* se debe a la maduración del queso (Rohm and Jaros 1996).

También se comprobó que, utilizando subproductos de pulpa de cítricos, los parámetros a^* y b^* aumentaron según avanza la dieta diferenciada al igual que sucede en este estudio (Salvador, Igual et al. 2014).

El aspecto blanco de los productos lácteos es debido a la dispersión de la micela de caseína y los glóbulos de grasa responsables de la difusión de la luz incidente y, en consecuencia, del alto valor L . Todas las condiciones de medición, como los parámetros de temperatura y composición, así como los tratamientos tecnológicos que influyen en la estructura física de la leche también modifican el componente L de la medición del color de la leche. Los componentes a^* y b^* , del color de la leche, también están influenciados por una serie de factores vinculados a la concentración de pigmento natural de la leche. En el caso de las vacas, la leche tiene un color más amarillento debido a los carotenoides (mayor b^*), en cambio las cabras y las ovejas su leche es más blanca, ya que carecen de β -caroteno (menor b^*) (Nozière, Graulet et al. 2006).

La diferencia de color (ΔE) se clasificó en función de si el humano es capaz de distinguir o no esta diferencia de color siempre que ΔE este entre 1 y 3, las diferencias serán menores pero en cuanto ΔE sea mayor de 3 las diferencias de color serán mayores y el humano será capaz de distinguirlas (Bodart, de Peñaranda et al. 2008).

TABLA 12. Diferencias de color de suero, leche y queso de cabra de la producción experimental: 3 lotes homogéneos de animales alimentados con dietas diferenciadas (Dieta 40% ensilado de brócoli, Dieta 40% ensilado de planta de alcachofa y dieta convencional) durante 20 semanas.

DIFERENCIAS DE COLOR (ΔE)			
SUERO	ΔE SEMANAS 0 - 5	ΔE SEMANAS 0 - 10	ΔE SEMANAS 0 - 20
DIETA 40% BRÓCOLI	0,32	1,40	8,99
DIETA 40% ALCACHOFA	7,57	2,07	7,82
DIETA CONVENCIONAL	5,30	8,66	4,80
LECHE	ΔE SEMANAS 5 - 10	ΔE SEMANAS 5 - 20	
DIETA 40% BRÓCOLI	0,62	0,66	
DIETA 40% ALCACHOFA	0,67	0,53	
DIETA CONVENCIONAL	0,37	1,10	
QUESO	ΔE SEMANAS 0 - 5	ΔE SEMANAS 0 - 10	ΔE SEMANAS 0 - 20
DIETA 40% BRÓCOLI	23,98	15,34	2,43
DIETA 40% ALCACHOFA	28,96	11,62	3,36
DIETA CONVENCIONAL	28,73	11,93	3,38

En la tabla 12 (diferencias de color), analizamos las diferencias de color que existen entre las las muestras de suero, leche y queso de las 3 dietas diferenciadas, desde la semana 0 hasta la semana 20.

- Respecto al suero se observa, que las mayores diferencias se producen con las producciones preexperimental y las producciones pasadas 20 semanas, en concreto en el brócoli cercanos a (9) y en la dieta de alcachofa es parecida, pero en la convencional la diferencia es menor de la mitad. Desde la producción preexperimental a las producciones pasadas 10 semanas la mayor diferencia es en la convencional y por último respecto a las diferencias entre la producción preexperimental y las 20 semanas de experimento la dieta de alcachofa es la mayor.
- Respecto a la leche, se puede constatar que todos los valores son menores de (1), salvo en la dieta convencional entre la producción a las 5 semanas y la dieta a las 20 semanas.
- Respecto al queso, las mayores diferencias se encuentran con las producciones preexperimentales y las producciones pasadas 5 semanas en concreto en las dietas de alcachofa y la convencional que están cercanos a (29), en cambio la del brócoli es menor. Desde la producción preexperimental a las producciones pasadas 10 semanas la mayor diferencia la encontramos en la dieta de brócoli con valores de (15,34) y por último las diferencias entre la producción preexperimental y las 20 semanas de experimento, la mayor diferencia es con la dieta convencional (3,38) y la menor con la dieta de

brócoli (2,43). Por lo tanto, observamos que según avanza la lactación las diferencias de color son menores.

Los valores de la leche al ser la mayoría menores de 3, el ser humano no es capaz de distinguir las diferencias. Lo mismo ocurre con la dieta de brócoli, en las muestras de suero, que son valores menores de 3 en las producciones experimentales de 5 y 10 semanas.

En resumen, las diferencias de color en leche a causa de la dieta son irrelevantes, las de suero son variables pero difíciles de vincular directamente a la dieta. Los cambios de color en queso parecen estar más vinculados con el avance de la lactación que con la dieta pues presentaron un comportamiento similar para los quesos de todos los tipos de leche.



5. CONCLUSIONES.

El efecto que tiene la inclusión de dos subproductos agroindustriales ensilados de (brócoli y planta de alcachofa) en las dietas de las cabras, sobre la composición del suero y la leche, no es significativo, ya que es menor del 1%. La grasa aumenta con ambas dietas, según avanza la lactación, aunque el aumento es mayor en la dieta con brócoli. Los contenidos en proteína son similares en las tres dietas ensayadas.

En cambio, el efecto en el queso es mayor, conforme avanza la lactación observamos una disminución de la grasa en las tres dietas, siendo el descenso mayor en las dietas de alcachofa y control, por el contrario, la proteína disminuye con la dieta de brócoli y aumenta con la de alcachofa y control.

Por lo que las pérdidas de grasa en el suero contribuyen a una cierta reducción del rendimiento del queso.

Las diferencias de color en la leche son irrelevantes, en el suero es complicado asimilarlas a las dietas diferenciadas y en el queso, las diferencias son debidos al avance de la lactación.



6. BIBLIOGRAFÍA.

Aguirre-Ezkauriatza, E., A. Ramírez-Medrano, J. Aguilar-Yáñez and M. M. Alvarez (2009). "Producción de proteína y biomasa probiótica de *Lactobacillus casei* liofilizadas a partir de suero de leche de cabra." Revista mexicana de ingeniería química **8**(1): 67-76.

Agulló, R. A. (2016). ESTUDIO DE SUBPRODUCTOS PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN LA VEGA BAJA. Master Universitario Oficial en Ingeniería Agronómica, Universidad Miguel Hernández

Aldalur, A., M. Á. Bustamante and L. J. R. Barron (2019). "Effects of technological settings on yield, curd, whey, and cheese composition during the cheese-making process from raw sheep milk in small rural dairies: Emphasis on cutting and cooking conditions." Journal of Dairy Science **102**(9): 7813-7825.

Bodart, M., R. de Peñaranda, A. Deneyer and G. Flamant (2008). "Photometry and colorimetry characterisation of materials in daylighting evaluation tools." Building and Environment **43**(12): 2046-2058.

Bonomi, A., B. Bonomi, A. Mazzotti, A. Quarantelli and P. Superchi (2004). "The use of dehydrated artichoke leaves meal (*Cynara scolymus* L.) in dairy goat feeding." Rivista di Scienza dell'Alimentazione (Italy).

Boutoial, K. (2014). "Efecto de la suplementación con plantas aromáticas en leche y queso de cabra de la raza murciano-granadina." Proyecto de investigación.

Chávez-Servín, J. L., H. M. Andrade-Montemayor, C. Velázquez Vázquez, A. Aguilera Barreyro, T. García-Gasca, R. A. Ferríz Martínez, A. M. Olvera Ramírez and K. de la Torre-Carbot (2018). "Effects of feeding system, heat treatment and season on phenolic compounds and antioxidant capacity in goat milk, whey and cheese." Small Ruminant Research **160**: 54-58.

De León, Y. G. L. and C. R. de Gante (2005). Aprovechamiento del suero de leche de cabra como sustrato para el desarrollo de un producto fermentado probiótico con *bifidobacterium bifidum* y *lactobacillus acidophilus*.

DOP, Q. d. M. (2020). "Conoce los Quesos de Murcia DOP." from <https://quesosdemurcia.com/conoce-los-quesos-de-murcia/>.

Fernández, C. B., F (2015). "Caprino lechero , Incorporación en la dieta de subproductos fibrosos." NutriNews Junio 2015.

García Bernabé, M. (2016). "Aptitud tecnológica de leche procedente de cabras alimentadas con subproductos de alcachofas."

Jaramillo, D. P., M. N. Buffa, M. Rodríguez, I. Pérez-Baena, B. Guamis and A. J. Trujillo (2010). "Effect of the inclusion of artichoke silage in the ration of lactating ewes on the properties of milk and cheese characteristics during ripening." Journal of Dairy Science **93**(4): 1412-1419.

Losada, H., J. Cortés and D. Grande (1992). "El uso de hortalizas en la producción de leche en sistemas sub-urbanos." Livestock Research for Rural Development **4**(3): 15-19.

Lucey, J. and J. Kelly (1994). "Cheese yield." International Journal of Dairy Technology **47**(1): 1-14.

MAPA (2017). Superficies y producciones anuales de cultivos. Agricultura. Estadísticas Agrarias.

MAPA. (2018). "Raza caprina MURCIANO-GRANADINA." 2019, from <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo/autoctona-fomento/caprino/murciano-granadina/default.aspx>.

Márquez, M. A., F. Diánez and F. Camacho (2010). "The use of vegetable subproducts from greenhouses (VSG) for animal feed in the Poniente region of Almería." Renewable Agriculture and Food Systems **26**(1): 4-12.

Martínez-Teruel, A., J. Madrid, M. Megías, J. Gallego, A. Rouco and F. Hernández (1998). "Uso de forrajes y subproductos en las explotaciones de vacuno de leche de la Región de Murcia." Arch. Zootec **44**: 33.

Mayo, M. M. (2002). EVALUACIÓN NUTRITIVA Y FERMENTATIVA DEL ENSILADO DE DOS SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES, BRÓCOLI (Brassica oleracea, L. var. itálica) Y ALCACHOFA (Cynara scolymus, L) PARA SU EMPLEO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL, UNIVERSIDAD DE MURCIA.

Mercados. (2020). "Alcachofa de España cierra balance con una producción de 220.000 toneladas." 2020, from <https://www.revistamercados.com/amp/alcachofa-de-espana-cierra-el-balance-de-2019-con-una-produccion-que-ronda-las-220-000-toneladas/>.

Monllor Guerra, P., G. Romero, E. Sendra, A. Atzori and J. Díaz (2020). "Short-Term Effect of the Inclusion of Silage Artichoke By-Products in Diets of Dairy Goats on Milk Quality." Animals **10**: 339.

Monllor P, M. R., Roca A, Sendra E, Atzori AS, Ayala-Burgos AJ, Romero G, Díaz JR (2017). "Efecto de la inclusión a corto plazo de dos subproductos agroindustriales (brócoli y planta de alcachofa) ensilados en la dieta de cabras Murciano-Granadinas en la producción y composición de la leche." Actas XXVI Jornadas Técnicas SEAE: 175-181.

Muelas P, D.-S. J., Martí A, Monllor P, Romero G, Sendra E (2017). "Alimentación sostenible en caprino, uso de subproductos locales (alcachofa , Cynara scolymus) en la dieta : efecto en el perfil lipídico de la leche." Actas XXVI Jornadas Técnicas SEAE: 158-168.

Nozière, P., B. Graulet, A. Lucas, B. Martin, P. Grolier and M. Doreau (2006). "Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products." Animal Feed Science and Technology **131**(3): 418-450.

Pérez Baena, I., O. Piquer, A. Ferrer, A. Trujillo, D. Jaramillo and M. Rodríguez Garcia (2011). "El subproducto ensilado de alcachofa como alimento para ovejas." Albeitar(143): 46-48.

Rako, A., M. Tudor Kalit, S. Kalit, B. Soldo and I. Ljubenkovic (2018). "Nutritional characteristics of Croatian whey cheese (Bračka skuta) produced in different stages of lactation." LWT **96**: 657-662.

RDL (1113/2006, de 29 de septiembre). Normas de calidad para quesos y quesos fundidos. Boe: 7.

Rohm, H. and D. Jaros (1996). "Colour of hard cheese." Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung **203**(3): 241-244.

Salvador, A., M. Igual, C. Contreras, N. Martínez-Navarrete and M. del Mar Camacho (2014). "Effect of the inclusion of citrus pulp in the diet of goats on cheeses characteristics." Small Ruminant Research **121**(2): 361-367.

Sanmartín, B., O. Díaz, L. Rodríguez-Turiénzo and A. Cobos (2012). "Composition of caprine whey protein concentrates produced by membrane technology after clarification of cheese whey." Small Ruminant Research **105**(1): 186-192.

SEOC (2012). "XXXVII CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE OVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA."