

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA
GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS



**“Aptitud tecnológica de leche procedente de
cabras alimentadas con subproductos de
alcachofas.”**

TRABAJO FIN DE GRADO

Julio 2016

Autor: Mario García Bernabé

Tutor/es: Estrella Sayas Barberá

“Aptitud tecnológica de leche procedente de cabras alimentadas con subproductos de alcachofas.”

RESUMEN: En este trabajo se evaluó el efecto de la inclusión (por separado y en distinta proporción) de brácteas y plantas de alcachofa ensilada en la alimentación de cabras de raza Murciano-Granadinas, en cuanto a composición, aptitud tecnológica y color de su leche y sensorial de yogur. Se determinó la composición química, la estabilidad al alcohol, la aptitud a la fermentación y el color para todas las muestras de leche, durante dos experimentos. Se realizaron unas pruebas sensoriales con leche y yogures. La inclusión de subproductos de alcachofa ensilados en la alimentación de cabras, no modificó el color, ni las aptitudes tecnológicas de la leche y ni a las características sensoriales del yogurt elaborado con dicha leche.

Palabras clave: Leche de cabra, alcachofa, subproducto, aptitud tecnológica, color.

“Technological suitability in goat milk fed with artichoke by-products.”

ABSTRACT: In this study, the effect of artichoke by-products (bracts or whole plant and different concentrations) in the feeding of goats (Granadino-Murciano) was evaluated, to composition, technological and sensory suitability and the color from milk produced. Chemical composition, stability to alcohol, suitability to fermentation, suitability to acid and enzymatic coagulation and color, were analyzed in each milk sample during the study. Also, a sensory trial was executed with yogurt elaborated from the milk samples. The inclusion of artichoke by-products in goat feed didn't affect to milk color, technological and sensory suitability.

Key words: Goat milk, artichoke, by-products, technological suitability, color.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Ganado caprino y producción de leche en España	1
1.2. Características nutricionales de la leche de cabra	3
1.3. Propiedades tecnológicas de la leche	6
1.3.1. Composición química de la leche	8
1.3.2. Estabilidad térmica	11
1.3.3. Fermentación	12
1.3.4. Aptitud de la leche a la coagulación	14
1.3.4.1. Coagulación ácida	16
1.3.4.2. Coagulación enzimática	16
1.3.4.3. Coagulación mixta	17
1.3.5. Color	18
1.4. Propiedades sensoriales de la leche de cabra	19
1.5. Derivados lácteos	20
1.5.1. Elaboración de productos lácteos fermentados	20
1.5.2. Elaboración de queso	21
1.5.2.1. Queso obtenido por coágulo por vía ácida	22
1.5.2.2. Queso obtenido por coágulo por vía enzimática	23
1.5.2.3. Queso obtenido por coágulo mixto	24
1.6. Empleo de subproductos procedentes de la industria alimentaria para la alimentación de especies lecheras	26
2. OBJETIVOS	28
2.1. Objetivo general	28
2.2. Objetivos parciales	28
3. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Localización geográfica del área de estudio	29
3.2. Animales, tratamientos y diseño experimental	29
3.3. Características de los subproductos de alcachofa	31
3.4. Muestreo y determinaciones	32
3.4.1. Determinación de principales componentes de la leche	33

3.4.2. Determinación de la frescura y estabilidad térmica de la leche mediante la prueba de “estabilidad al alcohol”	33
3.4.3. Determinación de la aptitud de la leche a fermentación	34
3.4.4. Determinación de la aptitud de la leche al desuerado: coagulación ácida y coagulación enzimática	35
3.4.5. Determinación del color CIELAB	35
3.4.6. Análisis sensorial	36
3.4.7. Análisis estadístico	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Composición de la leche	39
4.2. Prueba de estabilidad al alcohol	41
4.3. Aptitud de la leche a la fermentación	43
4.4. Aptitud de la leche al desuerado	44
4.4.1. Desuerado ácido	45
4.4.2. Desuerado enzimático	46
4.5. Parámetros de color (CIELAB)	48
4.6. Análisis sensorial	62
5. CONCLUSIONES	63
6. BIBLIOGRAFÍA	64
7. ANEXOS	70
7.1. Cuestionario de prueba triangular para análisis sensorial de yogur de leche de cabra	
7.2. Regresión lineal para los resultados obtenidos en la coagulación ácida.	

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Ganado caprino y producción de leche en España

El número de cabezas de ganado caprino en España a fecha de noviembre de 2015 fue de 3 millones de animales (Tabla 1), siendo Andalucía la comunidad con mayor número de animales con más de un millón, seguida de Castilla la Mancha con más de 450.000 unidades y de la región de Murcia con más de 400.000 (MAGRAMA, 2016).

Tabla 1.- Número de cabezas de ganado caprino por CCAA en España en 2015 (MAGRAMA, 2016)

C. Autónoma	Unidades
Galicia	43.887
Asturias	32.166
Cantabria	30.802
País Vasco	28.410
Navarra	12.968
La Rioja	13.551
Aragón	67.151
Cataluña	70.488
Baleares	13.338
Castilla y León	142.497
Madrid	32.101
Castilla la Mancha	470.412
C. Valenciana	76.728
R. de Murcia	417.871
Extremadura	282.980
Andalucía	1.059.282
Canarias	226.986

La evolución en la producción de leche de cabra en España, se ha mantenido constante a lo largo del periodo de tiempo comprendido entre los años 2001 y 2014 (Ilustración 1). La producción en dicho periodo de tiempo está

comprendida entre mínimos de 300.000Tm, y máximos de 400.000Tm. En este periodo, la producción máxima tuvo lugar en 2008, en el cual, le sigue una disminución de la producción anual en los siguientes años hasta alcanzar el mínimo en el año 2011, seguido de una estabilización de la producción en los dos años siguientes, para volver a incrementarse la producción en el año 2014, llegando a valores próximos a 400.000Tm (MAGRAMA, 2016).

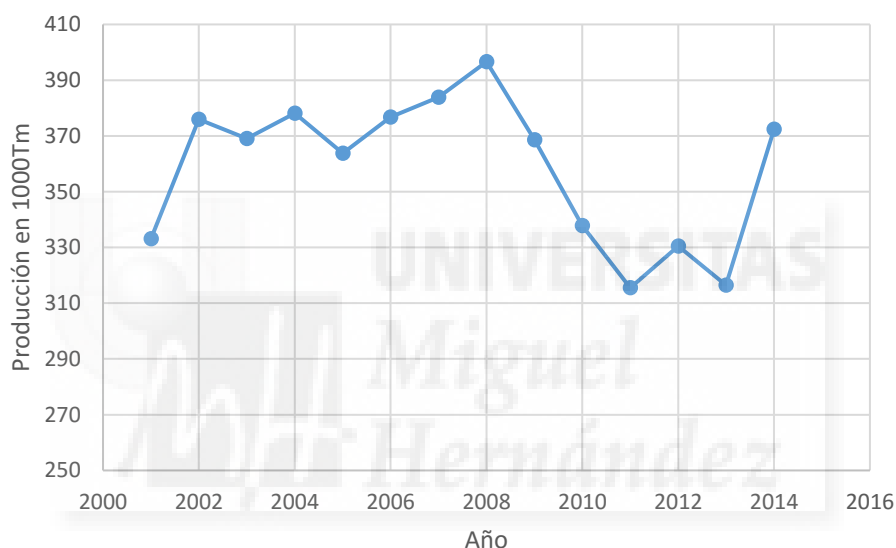


Ilustración 1. Evolución de la producción de leche de cabra en España. (MAGRAMA, 2016.)

El destino principal de la leche producida en España es el consumo industrial de productos lácteos (Tabla 2), que ha pasado de representar el 89% de la producción total de leche de cabra en España en 1991, al 96% en el año 2000, por lo que, prácticamente la totalidad de la leche de cabra en España se destina a la elaboración de productos lácteos transformados, la gran mayoría se destina a la elaboración de queso. El ingreso percibido por los ganaderos se incrementó en un 37% desde el año 1991 al año 2000. (MAGRAMA 2016).

Tabla 2. Serie histórica de la producción, el consumo, el precio y el valor de la leche de cabra en España. (MAGRAMA, 2016).

Años	Producción total (millones de litros)	Consumo humano (millones de litros)	Consumo industrial (millones de litros)	Precio medio percibido por los ganaderos (euros/100litros)	Valor (miles de euros)
1991	290,5	29,9	260,6	31,50	91.505
1992	353,7	31,3	322,4	33,52	118.576
1993	393,5	25,2	368,3	33,25	130.833
1994	376,8	20,8	356,0	39,53	148.936
1995	316,0	16,1	299,9	38,90	122.936
1996	358,0	15,8	342,2	38,08	136.327
1997	381,7	15,9	365,8	40,58	154.895
1998	387,9	16,6	371,4	41,96	162.754
1999	404,1	16,2	387,9	43,80	177.000
2000	438,5	17,1	421,4	43,25	189.669

1.2. Características nutricionales de la leche de cabra

En la Tabla 3 se muestra la composición química de la leche procedente de cabra y de vaca. Se puede observar que la cantidad en macronutrientes presentes en ambas leches son muy similares, la leche de cabra puede llegar a contener hasta 7,5g/100mL de grasa, mientras que la leche de vaca podría llegar a los 6,2g/100mL. En cuanto a carbohidratos, la leche de vaca puede llegar a contener hasta 4,7g/100mL, y 4,2g/100mL en la de cabra, y en lo que se refiere a proteínas, la leche de cabra puede llegar a los 3,4g/100mL y 3g/100mL en la de vaca. En general, la leche de cabra puede contener mayores cantidades de grasa y proteína.

Una diferencia entre la grasa de la leche de cabra y la de vaca es que, los glóbulos grasos en la leche de cabra son de pequeño tamaño en comparación a los glóbulos de la leche de vaca, lo que se relaciona con una mejora en la digestibilidad (Chacon, 2005).

En cuanto a los ácidos grasos esenciales de cadena corta, media y larga, así como de ácidos poli y mono insaturados, la leche de cabra presenta mayores cantidades que la leche de vaca (Chacon, 2005).

Tabla 3. Composición de la leche de cabra y de vaca (BEDCA, 2016).

Información de composición (por 100g de porción comestible)			
	Leche de cabra	Leche de vaca	
Componente	Valor	Valor	Unidad
Energía, total	270 (65)	273 (65)	kJ (kcal)
Grasa, total (lípidos totales)	3,7037 - 7,5213	3,8 - 6,2776	g
Proteína, total	3,4	3,06	g
Agua (humedad)	87,5	88,4	g
Hidratos de Carbono			
Fibra, dietética total	0	0	g
Carbohidratos	4,4	4,7	g
Grasas			
ácido graso 22:6 n-3 (ácido docosahexaenóico)	0,001	-	g
ácidos grasos, monoinsaturados totales	0,900	1,100	g
ácidos grasos, poliinsaturados totales	0,100	0,130	g
ácidos grasos saturados totales	2,500	2,300	g
ácido graso 12:0 (láurico)	0,206	0,118	g
ácido graso 14:0 (ácido mirístico)	0,518	0,371	g
ácido graso 16:0 (ácido palmítico)	1,378	1,070	g
ácido graso 18:0 (ácido esteárico)	0,600	0,350	g
ácido graso 18:1 n-9 cis (ácido oléico)	1,140	0,730	g
colesterol	11,000	14,000	mg
ácido graso 18:2	0,131	0,078	g
ácido graso 18:3	0,022	0,009	g
ácido graso 20:4 n-6 (ácido araquidónico)	0,012	0,006	g
ácido graso 20:5 (ácido eicosapentaenóico)	0,002	0,002	g
Vitaminas			
Vitamina A equivalentes de retinol de actividades de retinos y carotenoides	40	46	µg
Vitamina D	0,06	0,03	µg
Vitamina E equivalentes de alfa tocoferol de actividades de vitámeros E	0,03	0,1	mg
folato, total	1	5,5	µg
equivalentes de niacina, totales	1,1	0,73	mg
riboflavina	0,15	0,19	mg
tiamina	0,04	0,04	mg
Vitamina B-12	0,1	0,3	µg
Vitamina B-6, Total	0,04	0,04	mg
Vitamina C (ácido ascórbico)	2	1,4	mg
Minerales			
calcio	120	124	mg
hierro, total	0,1	0,09	mg
potasio	185	157	mg
magnesio	14	11,6	mg
sodio	45	48	mg
fósforo	103	92	mg
ioduro	0	9	µg
selenio, total	2	1,4	µg
zinc (cinc)	0,5	0,38	mg

También hay diferencias en cuanto a las proteínas presentes en ambas leches; por un lado, el tamaño de las micelas de caseína es más pequeño en la leche de cabra en comparación con la leche de vaca; y por otro, la mayor fracción proteica en la leche de cabra, corresponde a la β -caseína y la α -s-2-caseína,

mientras que en la leche de vaca la fracción mayoritaria es la α -s-1-caseína, estas últimas, caseínas que son las responsables de la mayoría de las alergias por intolerancias digestivas asociadas al consumo de leche (Chacon, 2005).

En cuanto a los micronutrientes, las cantidades en ambas leches son muy similares, siendo ligeramente mayor las cantidades de todos los minerales en la leche de cabra, con excepción de iodo, calcio y sodio que son ligeramente superiores para la leche de vaca.

Se han encontrado estudios en los que se menciona que la leche de cabra aporta un 13% más de calcio que la leche de vaca (Chacon, 2005), hecho que se contradice con los datos consultados en BEDCA (Base de datos española de composición de alimentos), en los que podemos estimar que la leche de vaca aporta un 3% más de calcio que la leche de cabra.

El cloro representa el 14,7% (no incluido en BEDCA) de las cenizas totales de la leche de cabra, mientras que en la de vaca representa el 14,3% (Chacon, 2005).

La leche de cabra contiene mayor cantidad de selenio, mineral que actúa como antioxidante (Chacon, 2005).

En cuanto a vitaminas, las cantidades en ambas leches son prácticamente idénticas, salvo en el ácido fólico que es de 5,5 $\mu\text{g}/100\text{mL}$ para la leche de vaca y de apenas 1 $\mu\text{g}/100\text{mL}$ en leche de cabra (BEDCA, 2016).

En conclusión, se puede decir que ambas leches son nutricionalmente muy similares, sólo se diferencian por sus características organolépticas, y en la composición y cantidad de micelas de caseínas que influyen en las aptitudes tecnológicas de la leche.

En concreto, en la producción de leche de cabra, los criterios de calidad han ido siempre orientados hacia la obtención de un elevado rendimiento en la cuajada, valorándose principalmente la grasa media y el extracto seco total. Sin

embargo, la proteína, escasamente apreciada en la mayoría de los casos, presenta una incidencia mayor que la grasa en cuanto al rendimiento en queso por lo que, para conseguir una mejora de la calidad de la leche, se han tenido en cuenta, desde hace algunos años, otras características como pueden ser el contenido en caseínas, la proporción con que cada fracción caseínica contribuye a la composición proteica total y el polimorfismo bioquímico de las proteínas lácteas (Alais, 1984).

Los criterios clásicos de porcentajes de grasa, proteína y extracto seco, deben verse ampliados con el análisis de las características tecnológicas de la leche, más aún si tenemos en cuenta que más del 95% de la leche ordeñada de pequeños rumiantes (oveja y cabra) se destina a la elaboración de queso, lo que implica, que la mejora del rendimiento económico de la producción de queso ha de pasar no sólo por el análisis de las características físico-químicas e higiénico-sanitarias, sino también por el estudio de las aptitudes tecnológicas de la leche utilizada (Alais, 1984).

1.3. Propiedades tecnológicas de la leche

La leche es una mezcla heterogénea inestable, que si se abandona a temperatura ambiente se separa progresivamente en tres partes; la crema (capa de glóbulos grasos), la cuajada (caseína coagulada) y el suero (contiene los productos hidrosolubles). La degradación de la lactosa por las bacterias, se acompaña de producción de ácidos, lo que provoca la floculación de la caseína que, sin embargo, no había sido atacada por aquellas bacterias (Alais, 1988).

Por lo tanto, la leche se tiene que tratar para mantener la mezcla, eliminando o reduciendo el número de microorganismos presentes en la leche de ordeño aplicando tratamiento térmico, pero es necesario pensar en los cambios que puede provocar en el estado de uno o de varios de sus componentes,

generalmente se trata de cambios previsibles de las cualidades físico-químicas, organolépticas o nutritivas (Alais, 1988).

Debido a que la leche está sometida desde su obtención a continuas transformaciones bioquímicas y microbiológicas, resultan estrictamente necesarios un control higiénico extremo y un tratamiento térmico desde su ordeño.

El tratamiento térmico se puede emplear por varios motivos; para mejorar la calidad higiénica y la conservación (destrucción de bacterias y enzimas), para la eliminación de agua (concentración o desecación) y con fines tecnológicos diversos (en la fabricación de quesos, fusión del queso con sales emulsionantes (fundentes), preparación de aceite de mantequilla, modificaciones de las propiedades físicas (viscosidad y color) de las leches concentradas, etc.). No obstante, el tratamiento térmico puede producir modificaciones de sustancias lábiles, desplazamiento de los equilibrios fisicoquímicos, cocción, tostado, pérdida de vitaminas, coagulación etc., debido a la naturaleza de la propia leche (Rauber, 2005).

A temperaturas de pasteurización no ocurren cambios sobre las proteínas, favorece el **proceso de coagulación**, ya que genera un descenso en la tensión de la cuajada, el tiempo de cuajada y el pH, pero si se producen cambios a temperaturas superiores a 80°C, produciéndose en tal caso una desnaturalización de las proteínas del lactosuero, a razón de un 80% del total de esta proteína. Otro efecto que produce el calentamiento es promover la unión de la β -lactoglobulina y la caseína. Esta unión inhibe la acción de la quimosina (cuajo) sobre la caseína causando algunos inconvenientes en la elaboración de quesos. La tensión de la cuajada está relacionada con la cantidad que representa la fracción de α -s-1-caseína en la micela de proteína total, favoreciendo el **proceso de coagulación** el aumento de dicha fracción proteica (Chacón, 2005).

Para detener el crecimiento bacteriano y la multiplicación de gérmenes, el primer tratamiento que se le da a la leche recién ordeñada es la refrigeración (6-10°C) en los tanques o depósitos, además se suele emplear la refrigeración para casi todas las fases de tratamiento y procesado (Rauber, 2005).

Las propiedades tecnológicas más valoradas en la calidad de la leche para su transformación son; la estabilidad térmica, la aptitud a la fermentación y la aptitud a la coagulación, todas propiedades relacionadas con la cantidad de compuestos químicos en la leche, y que afectan al color y a la calidad sensorial.

1.3.1. Composición química de la leche

La leche de ordeño es un líquido blanco y opaco, ligeramente dulce, y con un pH cercano a la neutralidad. Se manipula y transforma para convertirse en leche de consumo y productos lácteos.

Su composición química sufre oscilaciones, al resultar influida por una serie de factores (raza, fase de lactación, edad, alimentación, estado de salud del animal, etc.). La leche contiene por término medio 85-91% de agua, 3,4-6,1% de grasa, 2,8-3,7% de proteína, 4,5-5,0 de lactosa, 0,68-0,77% de sales minerales y diversos elementos traza (Rauber, 2005).

La leche contiene glúcidos libres dializables (se pueden separar los coloides de la solución) y glúcidos combinados con las glicoproteínas que no son dializables. Desde el punto de vista químico se distinguen; los glúcidos neutros (lactosa y poliósidos), los glúcidos nitrogenados (glucosamina y galactosamina unidos siempre a glúcidos neutros) y glúcidos ácidos (ácidos ligados siempre a glúcidos neutros o nitrogenados) (Alais, 1988).

La lactosa es el único glúcido libre que existe en cantidad importante en todas las leches, es además el glúcido más abundante, más simple y más constante en proporción. La lactosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de galactosa, la cual existe en dos formas isómeras en equilibrio; la α - lactosa y la β - lactosa, las cuales se diferencian entre sí únicamente en la disposición espacial de los grupos hidroxilo en el primer átomo de carbono. Ambos isómeros exhiben distintas propiedades químicas y físicas de gran importancia tecnológica (la α - lactosa presenta una menor solubilidad en agua que la β - lactosa) (Tscheuschner, 2005).

La solubilidad inicial de la lactosa a 15°C (7,3g/100mL de agua) se eleva hasta los 17g tras agitación vigorosa (azúcar relativamente poco soluble en comparación con sacarosa). La solubilidad de la lactosa aumenta en caliente, a 25°C la saturación de la lactosa es de 22g/100mL agua, por lo que, un tratamiento de refrigeración a unos 6-10°C reduciría la cantidad de lactosa soluble en 100mL de leche, lo que podría producir una cristalización espontánea de la lactosa. La lactosa es el componente más lábil frente a la acción microbiana, que transforman la lactosa en ácido láctico y en otros ácidos alifáticos (Alais, 1988).

Debido a la regulación osmótica, el contenido de lactosa en la leche varía poco (entre 50g/L), siendo el factor de variación más importante la infección de la mama, ya que reduce la secreción de la lactosa. El contenido en lactosa de la leche es, aproximadamente, inversamente proporcional al contenido de sales minerales (cenizas) (Alais, 1988).

El contenido en grasa de la leche depende en alto grado de los factores enumerados al comienzo de este apartado (1.3.1.). La grasa láctea está formada por tres clases de sustancias asociadas; la materia grasa propiamente dicha, constituida por triglicéridos (que supone alrededor del 98% de la grasa presente en la leche), por fosfolípidos (suponen alrededor del 0,5-1%) y otras sustancias "insaponificables" diferentes a las dos anteriores desde el punto de vista químico (suponen alrededor del 1%) (Tscheuschner, 2005).

La grasa láctea se encuentra en la leche en forma de glóbulos que forman con el agua de ésta una emulsión del tipo aceite-en-agua. Los lípidos se encuentran dispersos en la leche en forma globular, esta dispersión es inestable, y las sustancias que la componen son las más fáciles de extraer de la leche sin modificar los otros componentes. El régimen alimenticio del animal, influye considerablemente sobre la composición de la materia grasa de la leche, además la materia grasa es el componente de la leche que varía en mayor proporción. Durante mucho tiempo la grasa ha sido el único componente de la leche determinado sistemáticamente con el objeto de estimar la calidad de la leche, sin embargo, como ya se ha mencionado anteriormente, debe verse ampliada teniendo en cuenta también las propiedades tecnológicas de la leche a la hora de determinar la calidad final (Alais, 1988).

Las proteínas de la leche son de alta calidad, debido los aminoácidos esenciales que contienen. Generalmente se dividen en dos grandes grupos atendiendo a su estado de dispersión; las caseínas (representan aproximadamente el 80% del total), y las proteínas del suero (20% del total) Prácticamente todas las caseínas están asociadas entre sí integrando las micelas, pero existe una pequeña fracción que se encuentra en solución. (Badui, 1990).

Las sales minerales, las vitaminas y las enzimas de la leche desempeñan un papel importante, ya que tienen un gran valor en la calidad nutritivo-fisiológica de la leche. En base a la distinta naturaleza de las sales minerales lácteas, existe cierta interacción entre los aniones y los cationes. El nivel de iones ejerce gran influencia sobre las propiedades tecnológicas de la leche (Tscheuschner, 2005).

1.3.2. Estabilidad térmica

La **estabilidad térmica** de la leche es un factor muy importante a la hora que catalogar la calidad de una leche, he influye en las aptitudes tecnológicas de la leche. La **estabilidad térmica** de la leche depende de muchos factores, como son la presencia de microorganismos y enzimas proteolíticas, los sólidos totales, la homogeneidad, el pH, las concentraciones de sales y otros (Badui, 1990).

De todos los constituyentes de la leche, las enzimas libres y las proteínas del suero son las más termosensibles, y le siguen las enzimas unidas a las micelas o glóbulos de grasa, las caseínas, la lactosa y los lípidos (Badui, 1990).

La prueba de la **estabilidad al alcohol** en leche se **correlaciona** con la prueba a la **estabilidad térmica** (Molina y col, 2001).

La **prueba del alcohol** es uno de los test claves a nivel de recepción, tanto en las industrias como en los CAL (Laboratorios de análisis de calidad), con la finalidad de detectar los niveles de termoestabilidad en leche cruda. Si la muestra es inestable se produce la coagulación de la leche, por lo que no es apta para su industrialización.

Actualmente la concentración de etanol utilizada en la prueba de alcohol es establecida por cada industria lechera, pero se especifica (Real Decreto 752/2011) que no debe ser inferior a 45°.

En España, según el Real Decreto 752/2011, de 27 de mayo, por el que se establece la normativa básica de control que deben cumplir los agentes del sector de leche cruda de oveja y cabra, se hace necesario realizar controles a la leche cruda antes de su carga en las cisternas de transporte, en cuyo caso menciona:

Artículo 4. Controles obligatorios en la explotación.

Punto 3:

*d) En caso de que exista sospecha del deterioro microbiológico de la leche cruda, el tomador de muestras podrá realizar una prueba para determinar la acidez de la leche cruda o para **determinar la estabilidad al alcohol**, antes de cargar ésta en la cisterna. Si decide no realizar pruebas en ese momento, la leche cruda deberá ser cargada en un compartimento independiente en la cisterna. En tal caso, las pruebas se llevarán a cabo antes de la descarga de la leche cruda en el centro lácteo, tras avisar de la sospecha al responsable del mismo por escrito o mediante otra forma por la cual quede constancia de su recepción.*

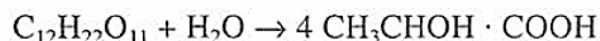
En el estudio realizado por Horne y Parker (1981) mencionan que el efecto que produce el alcohol en la leche es reduciendo la constante dieléctrica del medio, eliminando las fuerzas que crean una barrera que previene la coagulación. En otro estudio realizado por Schmidt y Koops (1977), menciona que la estabilidad de la leche frente al alcohol depende de la composición de minerales y de la composición de caseínas.

La estabilidad promedio de la leche de cabra al alcohol es de 44°, mientras que en leche de vaca se sitúa en 72°, lo cual es debido a la carencia de α -caseína en la leche de cabra, y su mayor contenido de minerales (Guo y col, 1998).

1.3.3. Fermentación

La fermentación es una forma simple, barata y segura de conservar la leche, por acción de los ácidos no disociados como el ácido láctico.

La fermentación láctica es consecuencia del metabolismo de las bacterias lácticas, que desprenden ácido láctico (ácido-2-hidroxipropiónico) a partir de lactosa según la ecuación empírica:



Dicho proceso puede darse tanto con bacterias lácticas homofermentativas, como con heterofermentativas. El ácido láctico desprendido causa la coagulación de la caseína, precipitando las distintas fracciones de la caseína, una tras otra, en un intervalo de valor del pH de aproximadamente 4,4 - 4,8.

En la Tabla 4 se enumeran otros tipos de fermentaciones producidas en la leche y en los productos lácteos (Rauber, 2005).

Tabla 4. Tipo de fermentación en lácteos e importancia tecnológica. (Rauber, 2005)

Tipo de fermentación	Importancia tecnológica
Fermentación láctica	Acidificación controlada, v.gr., en productos a base de nata y de leche agria, en cultivos de microorganismos. Acidificación natural en todos los productos lácteos.
Fermentación propiónica	Fermentación controlada de quesos duros.
Fermentación alcohólica	Fermentación controlada en algunos productos a base de leche agria como kéfir o <i>kumys</i> .
Fermentación acética	Fermentación no deseada en la cuajada de leche agria; parcialmente en el kéfir.
Fermentación butírica	Fermentación no deseada en quesos duros y semiblandos.

El grado de acidez de la leche determina su comportamiento y las propiedades de sus derivados. El grado Dornic (°D), expresa el contenido de ácido láctico. La acidez Dornic son los mL de hidróxido de sodio, utilizados para valorar 9mL de leche en presencia de un indicador (Gaviria y col, 1980).

En el artículo 4.4 del Real Decreto 752/2011, se menciona que solamente será apta para su comercialización aquellas leches frescas cuyo grado Dornic sea inferior a 25.

La acidez de valoración engloba: la acidez debida a la caseína (alrededor de 2/5 partes de la acidez natural, acidez debida a las sustancias minerales y a los indicios de ácidos orgánicos (alrededor de 2/5 partes de la acidez natural), reacciones secundarias debidas a los fosfatos (alrededor de 1/5 parte de la acidez natural) y la acidez desarrollada, debida al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa en las leches en vías de alteración (Alais, 1988).

El pH representa la acidez actual de la leche, de él dependen propiedades tan importantes como la estabilidad de la caseína. La acidificación de la leche se opone a otras alteraciones, ya que los fermentos lácticos inhiben el desarrollo de los gérmenes que se desarrollan preferentemente en los medios neutros o poco ácidos (Alais, 1988).

1.3.4. Aptitud de la leche a la coagulación

Una leche presenta una buena aptitud para la coagulación cuando coagula rápidamente en presencia del cuajo y forma un gel firme y que desuera con facilidad generando una cuajada de textura y composición adecuadas que, tras la maduración, da lugar a un queso de buena calidad (Tornadijo y col, 1998).

Los criterios de control habitualmente utilizados para seguir el fenómeno de coagulación y definir la aptitud de una leche para la coagulación son el tiempo de coagulación, la velocidad de endurecimiento del gel, su dureza máxima y, eventualmente, la velocidad y la importancia de la sinéresis (Tornadijo y col, 1998).

El tiempo de coagulación es el tiempo que transcurre desde la adición del cuajo hasta la aparición de los primeros "copos", que se unen produciéndose la formación del gel que poco a poco va adquiriendo un cierto grado de dureza. A continuación, la evolución del gel se caracteriza por una retracción del retículo proteico con expulsión del suero; ello constituye el fenómeno de sinéresis, cuya intensidad y velocidad condicionan en gran parte el futuro del queso (Tornadijo y col, 1998).

Las diferencias de comportamiento de la leche frente al cuajo están ligadas, generalmente, a diferencias en ciertas características originales de las leches (factores inherentes a la leche). Ahora bien, algunas leches pierden su aptitud inicial para ser coaguladas por el cuajo por haber sufrido, antes de iniciarse la fabricación, tratamientos modificadores de esta aptitud (Lenoir y Schneid, 1987).

Durante el proceso de refrigeración de la leche, se produce una ligera solubilización de las caseínas, lo que hace que aumente el contenido proteico del suero de leche, en particular la caseína β hidrofóbica se solubiliza a temperaturas inferiores a la de ambiente, volviéndose más accesible a las proteinasas. Cuando se utiliza leche refrigerada para la manufactura del queso, el tratamiento térmico a 60°C durante 30 minutos es beneficioso porque causa la reagregación de las caseínas (solubilizadas), que de otra forma podrían reducir el rendimiento proteico de la cuajada. A diferencia de las proteínas del suero, las micelas de caseína son muy estables a temperaturas de hasta 140°C (Robinson, 1991.)

A diferencia de otras proteínas globulares típicas, como son las proteínas del lactosuero, las caseínas no se presentan en la leche como estructuras moleculares individuales, sino como grandes complejos proteicos de forma esférica que incorporan un 92% de proteínas y un 8% de sales inorgánicas, fundamentalmente fosfato cálcico. Su estructura nativa es un complejo proteico, resultado de la interacción de los distintos tipos de caseínas

individuales (α -, β - y κ -Caseína), que se denomina micela caseínica (Swaisgood, 1992).

La coagulación de la leche es el proceso por el cual se producen modificaciones físico-químicas en las micelas de caseínas bajo la acción de enzimas proteolíticos o de ácido láctico y que determina la formación de un entramado proteico denominado coágulo o gel (Romero y Mestres 2004).

1.3.4.1. Coagulación ácida

La floculación de las caseínas se produce por acción de las bacterias lácticas principalmente, mediante acidificación de la leche a pH 4.6 (4,4 en leche de cabra), forma de un precipitado granuloso que se separa del lactosuero. Dicha coagulación ácida se produce ya que, el descenso de pH, hace disminuir la ionización de los radicales ácidos de las caseínas y aumenta la solubilidad de las sales cálcicas, originando un desplazamiento progresivo del calcio y el fosfato inorgánico de la micela hacia la fase acuosa, produciéndose una desmineralización de las micelas (Brule y Lenoir, 1990).

1.3.4.2. Coagulación enzimática

La coagulación de la caseína puede lograrse por la adición de enzimas proteolíticos.

En este sentido son muy importantes para las industrias lecheras los preparados de cuajo animal (obtenidos del cuajar de los rumiantes) y cuajo microbiano. También se puede emplear la pepsina extraída del estómago del cerdo en la elaboración de quesos frescos. El efecto coagulador de los enzimas

proteolíticos se basa en la disociación de un enlace principal covalente entre la fenilalanina y la metionina en la cadena polipeptídica de la K-caseína (Tornadijo y col, 1998).

La coagulación enzimática de la leche produce una acidificación progresiva que da lugar a la formación de un coágulo liso, homogéneo y que ocupa totalmente el volumen inicial de la leche (Scout, 1991).

El cuajado (separación en dos partes de los componentes de la leche) se produce en dos tiempos; primero se produce la coagulación (periodo en el que se insolubiliza la caseína), y a continuación se produce el desuerado (en el que el lactosuero se separa de la cuajada), siendo ambas operaciones complementarias.

La coagulación de la leche por el cuajo ocurre en dos fases:

- Fase primaria, enzimática, durante la cual el cuajo ataca al componente estabilizante de la micela, la k-Caseína, liberándose un péptido denominado casein-macropéptido.
- Fase secundaria, que es la fase de coagulación en sí y que corresponde a la formación del gel por asociación de las micelas que han sido modificadas previamente por la acción del enzima (Alais, 1984).

1.3.4.3. Coagulación mixta

Es el resultado de la acción conjunta de la acidificación láctica y del enzima proteolítico, y cuya intensidad variará según el tipo de queso que se desee obtener.

La relación entre la acidez y la cantidad de cuajo dará al coagulo unas características típicas, y así se podrán obtener coágulos mixtos eminentemente ácidos o eminentemente enzimáticos. Los primeros tendrán menor flexibilidad y

contractibilidad, y mayor friabilidad que el enzimático, y mayor firmeza que los geles puros ácidos, y los segundos serán menos firmes, elásticos y contráctiles que el coágulo puro enzimático (Rauber, 2005).

Tanto por efecto del ácido láctico como por coagulación enzimática se originan liogeles. Dicho proceso se emplea tecnológicamente en la producción de distintos productos lácteos (formación de gel ácido en el yogur; formación de gel de cuajada en los quesos obtenidos con cuajo) (Rauber, 2005).

1.3.5. Color

La leche es un líquido opalescente (adquieren un aspecto lechoso) que parece blanco si el espesor es suficiente. Este aspecto característico resulta principalmente de la dispersión de la luz por las micelas de fosfocaseinato. Los glóbulos grasos dispersan igualmente la luz, pero intervienen poco en la opalescencia blanca, ya que su dimensión es muy superior a la longitud de onda media de la luz solar (Alais, 1988).

Cuanto más pequeñas sean estas partículas hay más área de dispersión de la luz y consecuentemente el producto se ve más blanco, por el contrario, cuando las partículas sólidas se asocian y forman agregados, se reduce la dispersión que causan una tonalidad algo azul. La homogenización de la leche tiene el efecto de romper los glóbulos grandes de grasa y producir un gran número de partículas más pequeñas que provocan la blancura de la leche tan apreciada por el consumidor (Doan, 1924).

La leche contiene dos pigmentos; el caroteno (colorea la fase grasa) y la riboflavina (vit. B2, se pone de manifiesto en el lactosuero). En la leche se encuentran principalmente los carotenos isómeros α y β , la vitamina A (retinol) que deriva de ellos (β -caroteno produce dos moléculas de vitamina mientras

que α -caroteno produce una, es causa de una ligera variante en la fórmula, específicamente en la posición del doble enlace) y pequeñas cantidades de xantofilas y licopeno. Los carotenoides se encuentran probablemente ligados en la leche a una proteína, bajo forma de lipoproteínas (Alais, 1988).

La leche de cabra y oveja presentan un color blanco, a diferencia de la de vaca u otras especies de animales cuya leche de ordeño es amarillenta. Esa característica es debida a que, la leche de cabra tiene mayor concentración de vitamina A que la leche de vaca, además el β -caroteno en la leche de cabra está en forma de retinol, dando como resultado ese color blanco característico. La cantidad de caroteno existente en la leche depende estrechamente de la alimentación animal (Bałowska y col, 2011).

1.4. Propiedades sensoriales de la leche de cabra

Entre los principales componentes de la leche, la lactosa y los cloruros son los que tienen los sabores más característicos (dulce y salado). Pero no hay que omitir los componentes menores, de sabor fuerte, como la lecitina. Las proteínas son insípidas, sin embargo, su papel es importante, ya que forman una masa que atenúa y equilibra los sabores. El lactosuero de quesería parece más azucarado que la leche de la que procede. La leche recién ordeñada tiene un olor especial que desaparece rápidamente en el curso de las manipulaciones (Alais, 1988).

La alimentación animal afecta al sabor de la leche, probablemente han aparecido estos síntomas de defecto de sabor, ya que el animal come menos hierba fresca o seca (heno) y más vegetales ensilados como subproductos agrícolas (Alais, 1988).

Durante la conservación se producen reacciones químicas y enzimáticas que pueden producir sabores desagradables, como el sabor rancio (hidrólisis de la grasa por la influencia de las lipasas, que liberan ácidos grasos de fuerte olor y sabor amargo) o el sabor a oxidado (oxidación de las grasas por catálisis metálica). Mientras que la homogenización, la agitación a baja temperatura y la refrigeración favorecen la aparición del sabor rancio, estos mismos tratamientos protegen, por el contrario, contra la aparición del sabor oxidado (Alais, 1988).

El olor característico de la leche de vaca se atribuye a los ácidos grasos de cadena mediana. Bajo condiciones normales, estos ácidos se encuentran encapsulados dentro del glóbulo graso, por lo cual la leche de vaca adecuadamente manipulada es difícil de distinguir de la leche de cabra utilizando el olfato. Los problemas se dan cuando la membrana del glóbulo graso se rompe y libera estos ácidos, ya que, si no se ha producido correctamente el proceso de pasteurización, que en teoría destruye las enzimas (lipasas) rompe los triglicéridos y libera estos ácidos (Chacón, 2005).

1.5. Derivados lácteos

1.5.1. Elaboración de productos lácteos fermentados

La correcta pasteurización de la leche cruda destruye cualquier patógeno que pudiera sobrevivir a la fermentación. Existen muchas leches fermentadas distintas, pero en lo que respecta a la tecnología de su fabricación, todas son similares. Las leches fermentadas se pueden clasificar de varias formas, pero generalmente se acepta su clasificación en función del tipo de microorganismo utilizado en su elaboración (Rauber, 2005).

Los productos a base de leche acidificada más importantes son el yogur (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*), la mazada o mantequilla (*Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris* y *Leuconostoc citrovorum*), el kéfir (*Streptococcus lactis*, *Lactobacillus caucasicus* y *Saccharomyces Kefir*) y distintos preparados a base de estos productos (Rauber, 2005).

Todas las leches fermentadas tienen una característica común, la de obtenerse por la multiplicación de bacterias lácticas en una preparación de leche. El ácido láctico que producen coagula o espesa la leche, confiriéndole un sabor ácido más o menos pronunciado.

Las características propias de las diferentes leches fermentadas se deben a la variación particular de ciertos factores, como la composición de la leche, la temperatura de incubación o la flora láctica (Alais, 1988).

El yogur es la leche fermentada más conocida. Existe una gran variabilidad de tipos de yogur en función de su consistencia (coagulados, líquidos, mousse), composición (desnatados, semidesnatados, normales, enriquecidos) o sabor (natural, con azúcar, con sabores, con fruta, etc.) (MAGRAMA, 2016).

1.5.2. Elaboración de queso

El queso según la FAO se define como: “es el producto fresco o madurado obtenido por la coagulación y separación de suero de la leche, nata, leche parcialmente desnatada, mazada o por una mezcla de estos productos”.

Atendiendo a la composición se define como: “es el producto, fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche, en forma de gel más o menos deshidratado que retiene casi toda la materia grasa, si se trata de queso

graso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales (Veisseyre, 1988).

Los criterios más empleados para la clasificación de quesos son (Medina, 1990):

- De acuerdo al contenido de humedad se clasifican en quesos duros, semiduros y blandos.
- De acuerdo al microorganismo utilizado en la maduración y la textura del queso, se clasifican en quesos de ojos redondeados, granulares y quesos de textura cerrada.
- De acuerdo al método de coagulación de la caseína, se clasifican en quesos al cuajo (enzimáticos), queso de coagulación láctica (ácido láctico), y queso de coagulación de ambos métodos.

1.5.2.1. Queso obtenido por coágulo por vía ácida

En este caso, la estructura micelar se destruye y el coágulo estará formado por pequeñas partículas de caseína dispersadas y desmineralizadas. No se produce el fenómeno de sinéresis (salida del lactosuero alojado en el interior del retículo) pues, en ausencia del calcio micelar en el coágulo, sólo se forman enlaces débiles incapaces de asegurar la contracción del coágulo (puentes de Hidrógeno, sobre todo). Al no existir proteólisis enzimática tampoco existe la posibilidad de formación de nuevos enlaces (Medina, 1990).

El desuerado en este tipo de coágulo se puede considerar como un simple escurrido a través de una masa porosa. La retención de agua es elevada, no sólo por no existir fuerzas de contracción sino, por que, al estar desmineralizada la micela, pierde su estructura y los agregados de caseínas, totalmente desmineralizadas forman una masa plástica que encierra al lactosuero. Al ser las agrupaciones de caseína ahora más pequeñas retiene un

mayor porcentaje de agua ligada que es difícil de separar por lo que el coágulo desuerado quedará muy húmedo y será más permeable (Medina, 1990).

Los productos más importantes son los quesos frescos, el requesón, la cuajada, el quark y algunos otros productos derivados.

En los quesos frescos, de coagulación fundamentalmente láctica, se utilizan pequeñas cantidades de cuajo y se opera a temperaturas bajas (15-20°C) para evitar la actividad óptima de la enzima. En este caso, el cuajo se emplea más bien para facilitar el desuerado, que por su acción coagulante o por su capacidad proteolítica a lo largo de la maduración. A la leche se le añaden fermentos lácticos (necesarios para asegurar la acidificación), enzimas proteolíticos y, ocasionalmente, aditivos (Medina, 1990).

1.5.2.2. Queso obtenido por coágulo por vía enzimática

La deshidratación de la caseína comienza cuando es dividida por la acción del cuajo y se libera su parte más hidrófila. La capa de agua que rodea a las caseínas y a los agregados micelares formados, dificulta su asociación y, por tanto, el establecimiento de enlaces secundarios intermoleculares, que hacen que el lactosuero que hay dentro del retículo tridimensional formado, salga al exterior produciéndose así el fenómeno llamado "sinéresis" (Alais, 1988).

A medida que el grado de hidratación de las micelas de paracaseinato disminuye, los enlaces se van haciendo más fuertes y numerosos, provocando la contracción del coágulo y la expulsión del lactosuero. Este momento se hace visible, siendo el comienzo del desuere (Alais, 1988).

En principio los enlaces que se establecen son puentes de hidrógeno, débiles pero muy numerosos, dando al coágulo cohesión. Estos enlaces no son importantes para el fenómeno de sinéresis, pero al parecer, durante el tiempo

de coagulación, se producen reordenaciones moleculares que dejan libres grupos activos entre los que se establecen enlaces a través de cationes divalentes, principalmente el calcio (Alais, 1988).

Posteriormente, se producen puentes disulfuro entre las moléculas de proteína que contengan aminoácidos azufrados, creándose enlaces muy fuertes y representando el final de la etapa de sinéresis (Alais, 1988).

A pesar de las fuerzas de contracción que se producen dentro del gel, la expulsión del lactosuero es débil y lenta, dado que atraviesa la masa del gel con dificultad puesto que este aún se encuentra muy mineralizado y poco permeable, ya que, la red de paracaseinato ofrece resistencia a que el suero fluya. Para favorecer el desuerado es necesario multiplicar la superficie de exudación a través del cortado de la cuajada, y aplicándole calor a esta (Alais, 1988).

El fenómeno de sinéresis se ve influenciado por la acidez. Cuanto más bajo sea el pH mayor será la retracción del coágulo y el desuere (Medina, 1990).

Como en el caso de quesos con maduración, elaborados por coagulación fundamentalmente enzimática se le añaden cantidades de cuajo muy superiores y se coagula a temperatura más elevada (30-35°C) para acelerar la formación de la cuajada. En estos quesos, los fermentos no deben desarrollarse de inmediato a fin de que no se acidifique la leche sensiblemente durante la coagulación y durante las operaciones del desuerado (Medina, 1990).

1.5.2.3. Queso obtenido por coágulo mixto

La mayor parte de los quesos se obtienen con una coagulación enzimática que se acompaña de una acidificación de la leche, más o menos intensa según el tipo de queso que se quiere obtener.

La aptitud de un coágulo mixto dependerá de que predominen en mayor o menor medida las fuerzas de contracción del coágulo enzimático o la permeabilidad del coágulo ácido (Medina, 1990).

En los quesos de coagulación mixta se emplea una cantidad de cuajo considerable a una temperatura que permita el desarrollo óptimo de los fermentos lácticos (28-32°C) y que al mismo tiempo garantice al cuajo unas condiciones de acción bastante favorables. La firmeza del cuajo y la textura de la cuajada formada dependerán, fundamentalmente, de la cantidad de cuajo utilizado, de la temperatura (velocidad de coagulación máxima a 40-42°C) y de la acidez de la leche (Medina, 1990).

Entre los quesos coagulados enzimáticamente o de manera mixta, se encuentran los quesos duros (26-34% de humedad), semiduros (45-50%) y semiblandos (45-55%), así como tiernos (48-55%) (Rauber, 2005).

Los distintos procedimientos individuales se diferencian entre sí especialmente en el tipo de microorganismos inoculados, en la relación ácido/fermentos, en el tipo de tratamiento de la cuajada y en las condiciones de curación (Rauber, 2005).

En los quesos duros y semiduros, la cuajada se calienta posteriormente para intensificar la sinéresis. (Rauber, 2005).

1.6. Empleo de subproductos procedentes de la industria alimentaria para la alimentación de especies lecheras

Tradicionalmente, se ha alimentado al ganado mediante el empleo de subproductos derivados de la agricultura para conseguir un aprovechamiento de los residuos generados, y abaratar el coste de la alimentación animal, no obstante, hasta hace poco tiempo, no existían estudios científicos que demuestren, si el uso de subproductos agrícolas en la alimentación animal afecta al crecimiento, desarrollo y posterior utilización de la carne, leche o huevos del animal.

Actualmente podemos encontrar diversos estudios científicos en el que se ha evaluado el efecto de la alimentación animal en la calidad final del producto alimentario derivado de dicho animal.

Se han realizado estudios (Cantalapiedra-Hijar, 2009; Molina y Morales, 2010) en el que se ha modificado la alimentación de cabras de raza Granadina, incluyendo alperujo (subproductos de aceitunas en la elaboración de aceite) y sustituyendo hasta un 50% del concentrado en las dietas de esos animales, obteniendo resultados satisfactorios, ya que, no se observó efecto de la dieta sobre el pH ni sobre la concentración de ácidos grasos volátiles en rumen, lo que indica, que la sustitución parcial de concentrado por el subproducto de aceituna, no compromete la fermentación ruminal de los carbohidratos. Los contenidos en distintos componentes de la leche eran similares a las muestras control, sin embargo, la sustitución del 50% del concentrado promovió cambios en el perfil de ácidos grasos de la leche, los ácidos grasos saturados disminuyeron mientras que los ácidos mono y poliinsaturados no se vieron afectados.

También se ha encontrado un estudio (Romero-Huelva et al., 2012) en el que se ha modificado la dieta en cabras, incluyendo destríos de tomate y pepino en

la alimentación del animal, concluyendo que los bloques multinutrientes que incluyen desechos de tomate y pepino disminuyen el coste de la ración y la producción de metano del caprino, tanto en mantenimiento como en lactación, además de mejorar el perfil de ácidos grasos de la leche.

En las zonas geográficas de elevada producción hortofrutícola, los restos de cosecha y los restos de centrales hortofrutícolas e industrias conserveras se han ofrecido en fresco, y de forma estacional, para la alimentación de animales de abasto. En volumen suponen cantidades importantes a las que se les puede obtener un beneficio económico, a la vez que se reduce el precio de la ración y se favorece la sostenibilidad de ambas actividades económicas.

Debido a la estacionalidad de estos productos es necesario estudiar la conservación de dichos subproductos, así como su inclusión en dietas equilibradas para sustituir parte de la ración habitual. La Vega Baja del Segura es una de las principales zonas productoras de alcachofa de España y de Europa. Se trata de una producción estacional que genera grandes cantidades de subproductos de las que existe una larga tradición de uso en fresco para alimentación de ganado caprino. Resulta de gran relevancia económica y social determinar posibles sistemas de conservación, como el ensilado, de los subproductos de cosecha (planta) y de industria (brácteas) y su inclusión en dietas equilibradas de caprino lechero para evaluar la calidad de la leche.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

El objetivo del trabajo es determinar si la inclusión de subproductos de alcachofa (brácteas y planta) en la ración diaria de las cabras, afecta a la composición, a las propiedades tecnológicas, al color y a las características sensoriales de su leche.

2.2. Objetivos parciales

- Determinar si la inclusión de subproductos de alcachofa (brácteas y planta) y su porcentaje de inclusión en las raciones diarias de cabras, afecta a la composición química de su leche.
- Determinar si la inclusión de subproductos de alcachofa (brácteas y planta) y su porcentaje de inclusión en las raciones diarias de cabras, afecta a la estabilidad al alcohol de la leche.
- Determinar si la inclusión de subproductos de alcachofa (brácteas y planta) y su porcentaje de inclusión en las raciones diarias de cabras, afecta a la aptitud de la leche a la fermentación.
- Determinar si la inclusión de subproductos de alcachofa (brácteas y planta) y su porcentaje de inclusión en las raciones diarias de cabras, afecta a la aptitud de la leche a la coagulación.
- Determinar si la inclusión de subproductos de alcachofa (brácteas y planta) y su porcentaje de inclusión en las raciones diarias de cabras, afecta al color de la leche.
- Determinar si la inclusión de subproductos de alcachofa (brácteas y planta) y su porcentaje de inclusión en las raciones diarias de cabras, afecta a las propiedades sensoriales de la leche y sus yogures.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización geográfica del área de estudio.

El trabajo de campo se ha realizado en la Granja Docente y Experimental de Pequeños Rumiantes perteneciente a la Universidad Miguel Hernández, ubicada en el interior de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela, con localización en la Carretera de Beniel. Km. 3,2, Orihuela, Alicante. El clima es seco y caluroso, con escasas precipitaciones y con una temperatura máxima media mensual de 29°C y una mínima mensual de 11°C (AEMET, 2016).

3.2. Animales, tratamientos y diseño experimental.

Se seleccionaron 69 cabras hembras de la raza Murciano-Granadina de unos 44,7± 6,8 kg y en el cuarto mes de lactación. Los animales fueron seleccionados atendiendo a unas variables preestablecidas en cuanto al peso, número de lactación, mes de lactación, producción de leche y recuento de células somáticas, para obtener una muestra lo más homogénea posible, y con ello conseguir reducir el efecto del individuo.

Las cabras se dividieron en 3 grupos de 23 cabras cada uno, y se situaron en locales contiguos, se alimentaron con una ración comercial a base de alfalfa y una mezcla de granos durante un periodo preexperimental.

Tras el preexperimental, se inició la inclusión de subproductos en la ración, dejando un tiempo de adaptación a la nueva alimentación, antes del primer muestreo. Los 3 grupos de animales correspondieron a: grupo control (C); segundo grupo cuya alimentación se incluyó brácteas (B) de alcachofas ensiladas; y el tercer grupo fue alimentado con inclusión de planta (P) de alcachofa ensilada.

Se realizaron 2 experimentos, correspondientes a dos niveles de inclusión de los subproductos. En el primer experimento (Exp.1) las cabras se alimentaron con las raciones que se muestran en la Tabla 5, las tres raciones cumplían con los requerimientos nutricionales de las cabras y eran isoenergéticas e isoproteicas con objeto de mantener el rendimiento lechero de las cabras. En el segundo experimento (Exp.2) se mantuvieron todas las características del Exp.1 a diferencia de que en las raciones B y P. se incluyeron casi el doble de subproducto de alcachofa (Tabla.6), manteniendo las condiciones isoenergéticas e isoproteicas de las raciones.

Tabla 5. Composición de las tres raciones en el Exp.1

	CONTROL	BRÁCTEAS	PLANTA
INGREDIENTES (%)			
Alfalfa henificada en rama	37,53	16,22	19,08
Grano	59,33	41,15	47,33
Subproducto ensilado		41,15	31,48
Avena	3,14	0,82	
Paja		0,65	
Soja 44%			2,11
COMPOSICIÓN (%MS)			
MS	89,36	59,96	70,64
UFL	0,92	0,94	0,92
PB	16	16	16
FB	19,62	19,15	18,67
FND	37,83	38,52	38,07
FAD	24,32	24,84	24,26
Azúcares	2,58	2,64	2,76
GB	4,65	4,85	5,05
Cenizas	7,24	7,08	7,7
Lignina	5,65	4,32	4,24

%MS: Materia seca, UFL: Unidades forrajeras lecheras, PB: Proteína bruta, FB: Fibra bruta, FND: Fibra neutra detergente, FAD: Fibra ácido detergente, GB: Grasa bruta.

Tabla 6. Composición de las tres raciones en el Exp.2

	CONTROL	BRÁCTEAS	PLANTA
INGREDIENTES (%)			
Alfalfa henificada en rama	37,53	7,55	7,94
Grano	59,33	30,13	37,32
Subproducto ensilado		61,83	50,63
Avena	3,14		
Paja		0,32	
Soja 44%			3,83
COMPOSICIÓN (%MS)			
MS	89,36	45,18	59,22
UFL	0,92	0,95	0,91
PB	16,00	16,01	16,00
FB	19,62	19,22	17,83
FND	37,83	39,81	38,32
FAD	24,32	25,97	24,22
Azúcares	2,58	2,54	2,85
GB	4,65	4,89	5,32
Cenizas	7,24	7,38	8,42
Lignina	5,65	3,30	2,93

%MS: Materia seca, UFL: Unidades forrajeras lecheras, PB: Proteína bruta, FB: Fibra bruta, FND: Fibra neutra detergente, FAD: Fibra ácido detergente, GB: Grasa bruta.

3.3. Características de los subproductos de alcachofa.

Para este estudio se ha seleccionado subproductos de alcachofa como materia a ensayar, debido a que, las instalaciones ganaderas objeto de experimento se encuentran ubicadas en las principales zonas productoras de alcachofas (Murcia y Alicante).

Entre los subproductos de alcachofa utilizados, se encuentran: los generados en la fase de cultivo, que son los restos arrasados de las plantas, y los generados en la fase de comercialización, desperdicios propios del destrío (Brácteas), ambos muy aprovechados hoy día para la alimentación animal (Gil, 1999). El subproducto de alcachofa muestra una buena aptitud para el ensilaje

y su composición fermentativa es aceptable para la alimentación de rumiantes después de su ensilado (Meneses y col, 2007). La especie caprina es la que mejor tolera el sabor amargo de los subproductos ensilados de alcachofa, de entre todos los rumiantes domésticos (Meneses y col, 2002).

Tabla 7. Composición química de los subproductos de alcachofa (MAGRAMA, 2016)

Composición química subproductos						
Subproducto	MS	MO	PB	FB	EE	EM
Alcachofa fresca	12,4	94,5	15	26,2	2,5	2,51
Alcachofa ensilada	17	93,5	14,7	35,2	4,1	2,42

(MS, Materia seca (%); MO, Materia orgánica (% de la MS); PB, Proteína bruta (% de la MS); FB, Fibra bruta (% de la MS); EE, Extracto etéreo (% de la MS); EM, Energía metabolizable (Mcal/kg MS).

3.4. Muestreo y determinaciones.

Las determinaciones y los análisis químicos se realizaron en los laboratorios del Departamento de Tecnología Agroalimentaria de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (UMH).

Durante el estudio (octubre 2015 - febrero 2016), en cada muestreo, la leche recién ordeñada procedente de cada uno de los grupos (C, B y P) se llevaron a deposito refrigerados independientes, donde se homogenizaba la leche de los individuos de cada grupo. De los tanques de refrigeración se tomaron las muestras de leche para su análisis: muestra control (M.C.); muestra de leche de cabra en cuya alimentación se incluyó brácteas de alcachofas ensiladas (M.B.); y muestras de leche de cabra en cuya alimentación se incluyó brácteas de alcachofas ensiladas (M.P.).

En cada muestreo se le realizaron las pruebas para determinar las aptitudes tecnológicas, el color mediante CIELAB y la composición química mediante Milkoscan, según el calendario de la Tabla 7.

Tabla 8. Calendario de muestreo y determinaciones realizadas en cada experimento.

Experimento 1	Muestreo	Aptitudes tecnológicas	Color	Composición química
0 días	1.1	x	x	x
7 días	1.2			x
14 días	1.3	x	x	x
21 días	1.4		x	x
28 días	1.5	x	x	x
37 días	1.6		x	x
42 días	1.7	x	x	x
49 días	1.8			x
Experimento 2				
0 días	2.1	x	x	x
9 días	2.2	x	x	x
14 días	2.3		x	x
21 días	2.4	x	x	x

3.4.1. Determinación de los principales componentes de la leche

La determinación de los principales componentes químicos de la leche se ha realizado mediante el empleo de un analizador espectrométrico por infrarrojo MilkoScan FT120 modelo FOSS, el cual determina los componentes químicos en muestras de leche. Los principales componentes químicos determinados fueron: grasa (%), proteína bruta, proteína verdadera, caseína, proteínas del suero, lactosa, materia seca, extracto seco magro, y minerales.

3.4.2. Determinación de la frescura y estabilidad térmica de la leche mediante la prueba de “estabilidad al alcohol”.

Para la determinación de la estabilidad al alcohol se ha empleado el método propuesto por Huppertz y col, 2004, el cual se define como “la máxima concentración de la solución de etanol que no produce coagulación”.

En cada determinación, por duplicado, 2 mL de leche se introducían en una placa Petri y se añadían 2 mL de etanol de concentración conocida (desde 40% hasta 50%), se mezclaban durante unos segundos y se observaba visualmente la formación de coágulos. Esta prueba se repetía aumentando la concentración de etanol hasta encontrar la mínima concentración de etanol a la que se formaban coágulos. Los datos se expresan como la máxima concentración (%) de la solución de etanol que no produce coagulación (Raynal-Ljutovac y col, 2007).

3.4.3. Determinación de la aptitud de la leche a la fermentación.

Un día antes de cada muestreo se procedía a preparar el cultivo iniciador, para ello, se preparaba 1 litro de leche en polvo de vaca, low-heat 1% en materia grasa y se añadía una dosis de fermentos liofilizados, de la Serie MA 400 EZAL (fabricado por TEXEL), este cultivo iniciador se introducía en la estufa a 30°C 24 horas.

Se preparaban 2 frascos Pyrex con 100mL de leche en polvo low-heat 1% m.g. y se tomaban 2 frascos Pyrex con 100mL para cada tipo de muestra de leche (M.C, M.B. y M.P.), a los cuales, se le inocularon 3,6 mL del cultivo iniciador previamente preparado y se incubaron a 30°C. Se tomaban alícuotas a tiempo 0, 5 y 24 horas de cada frasco, para su valoración con hidróxido de sodio 0,1N y medida de pH. La leche en polvo de vaca, solo se utilizaba para verificar la viabilidad de fermentos lácticos concentrados liofilizados (Morgan y col., 2003)..

3.4.4. Determinación de la aptitud de la leche al desuerado

Para la determinación del desuerado se tomaban 200mL de cada una de las muestras de leche de cabra (M.C, M.B. y M.P.) y se ajustaba el pH a 6,3 mediante ácido láctico 10%. El determinó el desuerado enzimático y ácido.

Para el **desuerado enzimático** se tomaron alícuotas de 20g de cada muestra de leche ajustada a pH 6,3 (por duplicado) y se vertieron en tubos de centrifuga, se añadieron 60 μ L de Renina y se incubó 1 hora a 30°C. Una vez finalizado el tiempo de incubación se centrifugó a 2800g, 30min y 20°C, obteniendo por decantación la medida de la masa (g) de suero lácteo de cada muestra.

Para el **desuerado ácido** se tomaron alícuotas de 20g de cada muestra de leche ajustada a pH 6,3 (por duplicado) y se vertieron en tubos de centrifuga, se añadieron 2 μ L de Renina y 0,2g de GDL (Glucono delta lactona). Se llevó a incubar 20h a 22°C. Una vez finalizado el tiempo de incubación se centrifugó a 2800g, 30min y 20°C, obteniendo por decantación la medida de la masa (g) de suero lácteo de cada muestra. La misma determinación, se realizaba con 0,3g de GDL, por duplicado (Morgan y col., 2003).

3.4.5. Determinación del color mediante “CIELAB”.

Para la determinación del color, espacio de color CIELAB, se utilizó el espectrofotómetro CM-700d (Spectrophotometers CM-700d, Konica Minolta, Japón), acoplado al soporte CM-A514 (Sample Holder CM-A514, Konica Minolta, Japón), para la colocación del instrumento en horizontal, en combinación con un soporte de fijación, para cubetas rectangulares de vidrio óptico de alta precisión (CM-A132 Rectangular Disposal Cell 50 x 38, optical path 20 mm).

Se obtuvieron las variables L^* , a^* y b^* del sistema de color de espacio CIELAB para cada una de las muestras en cada muestreo, para valorar si aparecen diferencias significativas en el color de la leche, entre las cabras alimentadas con subproductos de alcachofa, tanto con brácteas como con plantas, y las que han seguido con la dieta habitual. También, se determinó el color en las leches fermentadas empleadas para determinación de la aptitud para la fermentación (apartado 3.4.2.).



Ilustración 1. Sample Holder CM-A514, Konia Minolta, Japón

El parámetro L^* indica variación en la luminosidad (variando desde 0% para negro y 100 % para blanco), a^* indica del mismo modo variación entre el verde (-a) y rojo (+a), b^* señala variación entre el azul (-b) y el amarillo (+b). Además, se obtuvieron los espectros de absorción de todas las muestras, entre 360 a 740nm.

3.4.6. Análisis sensorial

Durante el primer experimento, en todos los muestreos se pasteurizaron 500 ml (80°C durante 30 minutos) de cada tipo de leche para su análisis por un grupo de 5 catadores del Departamento familiarizadas con la leche de cabra que en

ningún caso pudieron establecer de diferencias consistentes entre las leches procedentes de los tres tipos de alimentación.

Se decidió realizar un análisis sensorial de consumidores en el segundo experimento, (máxima inclusión). Por considerar que la leche de cabra tiene poca aceptación para los consumidores, se decidió realizar el análisis sensorial con yogures, pues es más habitual el consumo de productos transformados que el de leche de cabra.

Se elaboraron tres tipos de yogures empleando los tres tipos leches estudiadas (MC, MB y MP). Para la elaboración de los yogures, se tomó leche de cada tipo, se le añadió un 6% de azúcar refinado, se llenaron botellas de vidrio Pyrex™ de 1 litro y se pasterizó a 80°C durante 30 minutos al baño María. Se enfrió rápidamente con agua y hielo hasta 45 °C. Se utilizó un cultivo comercial MY800 de EZAL® (Rhodia) constituida por *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Lactis* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Se inoculó la leche al 2% con el segundo pase activo en leche en polvo. Se distribuyó la leche inoculada en tarrinas con unos 40 ml cada una. Se incubó a 43°C hasta pH 4,7. Se refrigeró a 4°C y se realizó el análisis sensorial transcurridas al menos 24 horas desde el fin de la fermentación.

Se diseñaron pruebas triangulares discriminativas con un total de 161 catadores no entrenados, con la finalidad de determinar si los catadores eran capaces de detectar diferencias entre las muestras.

El panel estaba formado por estudiantes y personal de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela de la Universidad Miguel Hernández en Elche. Todas las pruebas fueron realizadas en el laboratorio sensorial del Departamento de Tecnología Agroalimentaria, que cumple con los requisitos de Estándares Internacionales (ISO, 1988). A cada catador se le ofrecieron 3 muestras de yogures codificadas, de las cuales, 1 era distinta a las demás, y se les pidió que identificaran la muestra distinta (Cuestionario de la prueba incluido en el Anexo.7.1.).

3.4.7. Análisis estadístico

Para la interpretación de los datos se utilizó el programa estadístico IBM SPSS 21 (SPSS Statistical Software, Inc., Chicago, IL, USA). Los dos experimentos fueron considerados independientes y para cada uno de ellos se realizaron ANOVAS de dos factores, tipo de subproducto de alcachofa incluido en la ración de los animales (control, brácteas y planta) y muestreos, para todas las variables analizadas. En aquellas variables, en donde el factor muestreos no fue significativo ($P > 0.05$ y $P > 0.01$), sólo se tomó en cuenta el factor tipo de subproducto (control, brácteas y planta). Se realizaron test de Tukey ($p \leq 0.05$) para conocer las diferencias entre las medias.



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición de la leche

Los componentes químicos de la leche influyen en las aptitudes tecnológicas de la misma. En la elaboración de quesos, la grasa afecta a la textura, sabor y rendimiento, la lactosa afecta al desuerado, textura, sabor y maduración, la caseína afecta al rendimiento, sabor y olor, las proteínas del suero contribuyen con el valor nutritivo, la maduración, y a la coagulación, y los minerales participan en la coagulación, influyen en el desuerado y en la textura de la cuajada (Alais, 1988).

En la tabla 9 se muestran los resultados del experimento 1 y 2, obtenidos en la determinación de los principales compuestos químicos presentes en la leche, para cada una de las muestras estudiadas (MC, MB y MP).

En el primer experimento no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en cuanto a la composición de la leche procedente de M.B. y M.P. con respecto a la M.C, coincidiendo con el estudio realizado por Jaramillo y col (2010), en el cual, se determinó que el empleo de subproducto ensilado de alcachofa, no tiene efectos sobre la composición de la leche de oveja, introduciendo un 10, 20 y 30% de subproducto en la ración total administrada al animal. Por el contrario, en el estudio realizado por Galvano y Scerra (1983), menciona que el empleo de otros subproductos como orujo crudo ensilado, incrementó el contenido de grasa de la leche de ovejas y cabras.

En el segundo experimento, a diferencia del primero, se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en valor de proteínas y cenizas presentes en las distintas muestras de leche. La cantidad de proteínas totales en las muestras M.B. y M.P. disminuyó con respecto a la M.C., siendo significativo en el caso de M.B., en el cual, se redujo la cantidad de proteína en un 5,50% con respecto a M.C., mientras que para las M.P. se redujo en un 2,66%, no

resultando significativo. Las cenizas (minerales) también disminuyeron en las muestras M.B. y M.P. con respecto a la M.C., resultando ser significativo en ambas muestras, en las M.B. disminuyó el contenido en cenizas en un 6,40% y en las M.P. en un 6% en comparación con la M.C. Por el contrario, en el estudio realizado por Galvano y Scerra (1983), menciona que el empleo de otros subproductos como orujo crudo ensilado, incrementó el contenido de grasa de la leche de ovejas y cabras. En otro estudio realizado por Jaramillo y col (2009), en el que se incluyeron cítricos enteros en las raciones de ovejas lactantes, se observó que la cantidad de grasa y de materia seca de la leche de oveja, disminuía para una inclusión del 30% de cítricos en las raciones diarias.

Tabla 9. Valores (%) de los principales componentes químicos para cada una de las muestras estudiadas a lo largo de los dos experimentos.

Experimento 1							
Componentes %	MC		MB		MP		Efecto (P <) ²
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
G	5,78 ^a	±0,60	5,90 ^a	±0,53	5,85 ^a	±0,57	NS
PT	3,98 ^a	±0,24	3,83 ^a	±0,21	3,90 ^a	±0,22	NS
CAS	3,45 ^a	±0,21	3,34 ^a	±0,18	3,39 ^a	±0,19	NS
PS	0,53 ^a	±0,04	0,49 ^a	±0,03	0,51 ^a	±0,04	NS
LAC	4,21 ^a	±0,04	4,24 ^a	±0,05	4,20 ^a	±0,04	NS
MS	14,77 ^a	±0,87	14,72 ^a	±0,74	14,75 ^a	±0,79	NS
CZ	0,46 ^a	±0,07	0,42 ^a	±0,07	0,46 ^a	±0,07	NS
Experimento 2							
Componentes %	MC		MB		MP		Efecto (P <) ²
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
G	5,61 ^a	±0,55	5,81 ^a	±0,61	5,43 ^a	±0,59	NS
PT	4,01 ^b	±0,06	3,79 ^a	±0,06	3,91 ^{ab}	±0,05	**
CAS	3,50 ^b	±0,06	3,33 ^a	±0,06	3,39 ^{ab}	±0,05	**
PS	0,52 ^a	±0,02	0,47 ^a	±0,04	0,51 ^a	±0,03	NS
LAC	4,31 ^a	±0,06	4,33 ^a	±0,04	4,29 ^a	±0,06	NS
MS	14,76 ^a	±0,47	14,69 ^a	±0,59	14,40 ^a	±0,55	NS
CZ	0,47 ^b	±0,01	0,44 ^a	±0,01	0,44 ^a	±0,02	*

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa. G: Grasa, PT: Proteína total, CAS: Caseína, PS: Proteína del suero, LAC: Lactosa, MS: Materia Seca y CZ: Cenizas.

(^{a-b}) Datos con diferente letra difieren significativamente. (²) (P < 0,05) y (**) (P < 0,01).

En conclusión, en este estudio las inclusiones de subproductos de alcachofa ensilados no influyó en la composición química de la leche, para una inclusión de brácteas ensiladas del 40% y una inclusión de planta ensilada del 30% en la ración diaria de los animales, mientras que, para una inclusión de brácteas ensiladas del 60% y una inclusión de planta ensilada del 50% la composición química de la leche se redujo en cuanto a proteína y minerales, siendo más elevada la disminución de estos compuestos para la inclusión del 60% de brácteas ensiladas que para la inclusión del 50% de planta ensilada que solamente fue significativo en el caso de los minerales. De cualquier manera, pese a ser significativos las diferencias con el control, éstas fueron muy pequeñas, de modo que a nivel práctico pueden considerarse irrelevantes.

4.2. Prueba de estabilidad al alcohol

En la Tabla 10 se resumen los resultados obtenidos en la prueba de la estabilidad de la leche al alcohol realizada a cada una de las muestras (M.C., M.B. y M.P.), para cada uno de los días de muestreo y para los dos experimentos realizados.

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en la estabilidad de la leche al alcohol en las muestras M.B. y M.P. en comparación con las M.C., en ninguno de los dos experimentos realizados. En el primer experimento, la estabilidad de la leche al alcohol promedio para la M.C. fue de $47,1^{\circ}$, para la M.B. fue de $47,6^{\circ}$, y para la M.P. fue de 48° , siendo mayor la estabilidad al alcohol en las leches procedente de cabras alimentadas con subproductos de alcachofa, aunque no llegando a ser resultados significativos. En el segundo experimento los resultados obtenidos fueron muy parecidos, la estabilidad al alcohol promedio para la M.C. fue $46,3^{\circ}$, para la M.B. fue de $46,7^{\circ}$, y para la M.P. fue de 47° , coincidiendo con el primer experimento en cuanto a que la

mayor estabilidad al alcohol se obtuvo en las muestras de leche procedente de cabras alimentadas con subproductos de alcachofa.

Tabla 10. Resultados obtenidos en la prueba de la estabilidad al alcohol.

Experimento 1	Muestreo	Muestra	%Etanol
	1.1	MC	49
	1.1	MB	49
	1.1	MP	49
	1.2	MC	47,5
	1.2	MB	47,5
	1.2	MP	50
	1.3	MC	47
	1.3	MB	47
	1.3	MP	47
	1.4	MC	45
	1.4	MB	47
	1.4	MP	46
Experimento 2			
	2.1	MC	47
	2.1	MB	48
	2.1	MP	49
	2.2	MC	45
	2.2	MB	45
	2.2	MP	45
	2.3	MC	47
	2.3	MB	47
	2.3	MP	47

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

Todas las muestras presentaron una buena estabilidad al alcohol, ya que, todas las muestras de leche presentaron una estabilidad al alcohol por encima de 45°, lo que indica que cumple con el Real Decreto 752/2011, mencionado ya anteriormente en el apartado 1.3.2.

La disminución en la cantidad de proteínas y minerales obtenidas en el apartado 4.1, en las muestras de leche procedente de cabras con inclusión de

subproductos de alcachofa ensilados, no afectó a la estabilidad al alcohol, en contra de lo mencionado en el apartado 1.3.2., la estabilidad de la leche frente al alcohol depende de la composición de minerales y de la composición de caseínas, ya que, a pesar de contener menos cantidad de proteínas y minerales resultaron ser más estables al alcohol que la muestra control. Este es un buen indicador de la escasa relevancia de las diferencias detectadas en el contenido de proteínas y minerales en el experimento 2.

4.3. Aptitud de la leche a la fermentación

En la ilustración 2 se muestra el promedio de acidez Dornic para las muestras (M.C., M.B. y M.P.) a tiempo cero (recién ordeñada), y tras 5 y 24 horas de fermentación (apartado 3.4.3.) para el primer experimento y en la ilustración 3 se muestran los del segundo experimento.

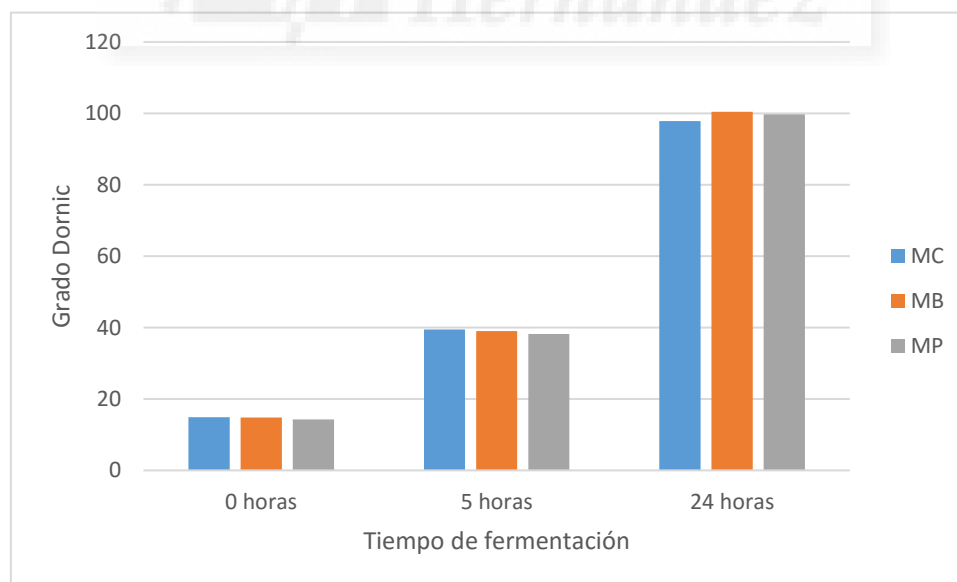


Ilustración 2. Acidez Dornic para cada una de las muestras en el experimento 1.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

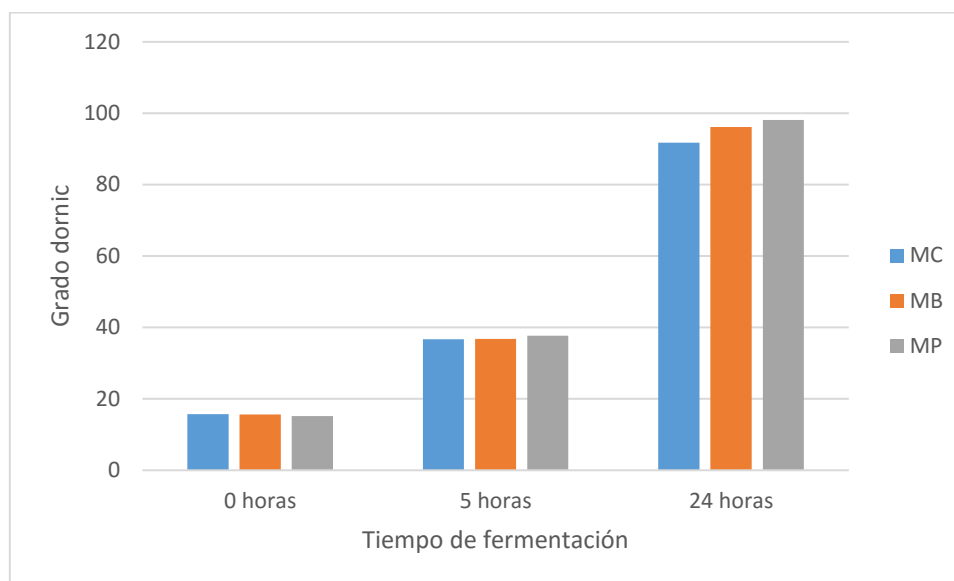


Ilustración 3. Acidez Dornic a para cada una de las muestras en el experimento 2.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

Las tres muestras de leche mostraron valores correctos de acidez en fresco para los dos experimentos (0 horas), como es propio de la leche recién ordeñada, ya que, todas las leches presentaban una acidez Dornic por debajo de 25°, por lo que cumple con lo especificado en el Real Decreto 752/2011 mencionado en el apartado 1.3.3.

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en las muestras M.B. y M.C. con respecto a la M.C., en ninguno de los experimentos, ni para la acidez en fresco, ni para el transcurso de la fermentación. Las muestras M.B. y M.P. presentaron menor acidez en fresco que la M.C., en ambos experimentos, pero no llegan a ser relevantes.

4.4. Aptitud de la leche al desuerado

Una leche presenta una buena aptitud para la coagulación cuando coagula rápidamente en presencia del cuajo y forma un gel firme y que desuera con

facilidad generando una cuajada de textura y composición adecuadas que, tras la maduración, da lugar a un queso de buena calidad (Tornadijo y col, 1998).

Los factores que influyen en la aptitud para la coagulación y que son inherentes a la leche son el contenido en caseínas, los contenidos en calcio soluble y fosfato cálcico coloidal, el tamaño de las micelas y el pH (Tornadijo y col, 1998).

4.4.1. Desuerado ácido

Una vez realizadas las determinaciones para conocer la aptitud de la leche al desuerado, se han agrupado los resultados de cada una de las muestras (los realizados con 0,2g GDL y los de 0,3g GDL) para poder realizar una regresión lineal con los datos de cada muestra, y poder obtener la cantidad de suero obtenido a un mismo pH, empleando el punto isoeléctrico de las caseínas en leche de cabra que es de 4,4 (gráficas y ecuaciones en el anexo 7.2).

En la tabla 11 se muestran los resultados obtenidos en la aptitud de la leche al desuerado ácido (g) expresado en desuerado calculado para pH 4,4 en cada una de las muestras (M.C., M.B. y M.P.) para el primer experimento, mientras que en la tabla 12 se muestran los obtenidos en el segundo experimento.

Tabla 11. Desuerado ácido (g) obtenido a pH 4,4 para cada una de las muestras de leche del experimento 1.

Muestra	Estadístico	Desuerado (g) pH 4,4
MC	Media	13,115
	Desv. típ.	±0,947
MB	Media	13,173
	Desv. típ.	±0,724
MP	Media	13,280
	Desv. típ.	±0,657

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

Tabla 12. Desuerado ácido (g) obtenido a pH 4,4 para cada una de las muestras de leche del experimento 2.

Muestra	Estadístico	Desuerado (g) pH 4,4
MC	Media	11,686
	Desv. típ.	±3,081
MB	Media	12,563
	Desv. típ.	±1,212
MP	Media	12,202
	Desv. típ.	±2,916

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en la aptitud al desuerado ácido en las muestras M.B. y M.P. en relación a la M.C., en ninguno de los dos experimentos realizados, no obstante, la menor cantidad de suero obtenido para un pH de 4,4 fue en la M.C. Se obtuvieron unos rendimientos en cuajada bajos para todas las muestras, ya que ninguna de ellas superó el 50%.

4.4.2. Desuerado enzimático

En la tabla 13 se muestran los resultados obtenidos en la aptitud de la leche al desuerado enzimático, para cada una de las muestras (M.C., M.B. y M.P.) en el experimento 1, y en la tabla 14 se muestran los obtenidos en el experimento 2.

Al igual que en el primer experimento no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en la aptitud al desuerado ácido en las muestras M.B. y M.P. en relación a la M.C., en cuyo caso no podemos relacionar la menor cantidad de caseínas en las muestras M.B., como se menciona en Alais (1988), “una leche rica en caseína presenta buena actitud para la coagulación”, y según el estudio de Walstra (1985), “el porcentaje de suero extraído tras la coagulación disminuye cuando las cantidades de proteínas son menores”, ya

que, a pesar de encontrar diferencias significativas en las cantidades de proteínas del segundo experimento en la M.B., no aparecen diferencias significativas en la aptitud de la leche a la coagulación, ni para la ácida ni para la enzimática.

Tabla 13. Desuerado enzimático (g) para cada una de las muestras de leche del experimento 1.

Muestra	Estadístico	Desuerado (g) pH 4,4
MC	Media	11,728
	Desv. típ.	±1,234
MB	Media	12,865
	Desv. típ.	±1,314
MP	Media	11,974
	Desv. típ.	±1,478

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

Tabla 14. Desuerado enzimático (g) para cada una de las muestras de leche del experimento 2.

Muestra	Estadístico	Desuerado (g) pH 4,4
MC	Media	11,095
	Desv. típ.	±1,959
MB	Media	11,592
	Desv. típ.	±1,132
MP	Media	12,104
	Desv. típ.	±0,857

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

Al igual que en el primer experimento los rendimientos obtenidos en cuajada eran bajos para todas las muestras, no superando el 50% en ninguna de las muestras de leche estudiadas, coincidiendo también en que el mayor rendimiento obtenido se dio para la M.C. Puede verse que el rendimiento

obtenido por coagulación enzimática es ligeramente superior al obtenido por coagulación ácida.

4.5. Parámetros de color CIELAB

El color (percibido) es el atributo de la percepción visual que se compone de una combinación cualquiera de elementos cromáticos y acromáticos. Este atributo puede ser descrito por nombres de colores cromáticos (como amarillo, naranja, marrón, rojo, rosa, verde, azul, púrpura...) o por nombres de colores acromáticos (como blanco, gris, negro, etc.) modificados por los adjetivos que refuerzan el sentido, tales como luminoso, apagado, claro, oscuro, etc., o por combinaciones de tales nombres y adjetivos (SEO, 2002).

La leche de cabra y oveja presentan un color blanco, a diferencia de la de vaca u otras especies de animales cuya leche de ordeño es amarillenta. Esa característica es debida a que, la leche de cabra tiene mayor concentración de vitamina A que la leche de vaca, además el β -caroteno en la leche de cabra está en forma de retinol, dando como resultado ese color blanco característico (Barłowska y col, 2011).

El índice de refracción de la leche (aprox. 1,338) está determinado por el agua (aprox. 1,333) y el de las sustancias disueltas. Las partículas de tamaño superior a $0,1\mu\text{m}$ no contribuyen al índice de refracción. Por lo tanto, los glóbulos grasos y los cristales de lactosa no contribuyen al índice de refracción de la leche y los productos lácteos, aunque puede enmascarar la determinación debido a la turbidez que producen. Las micelas de caseína, a pesar de que muchas miden más de $0,1\mu\text{m}$, si contribuyen al índice de refracción porque no son homogéneas (constituidas por partículas más pequeñas) (Walstra y col, 2001).

En la Ilustración 4 se representan los valores medios de la luminosidad de la leche de cabra durante los muestreos del primer experimento. El valor medio

de la luminosidad de la leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa (85,82), fue inferior al control (86,09) y a la inclusión de brácteas (86,34) ($P < 0.05$), aunque estas diferencias carecen de valor práctico, ya que son menores a la unidad y no son perceptibles por el ojo humano. Estos valores de L^* son próximos a los encontrados por otros autores también en leche de cabra (Güler y Park, 2009).

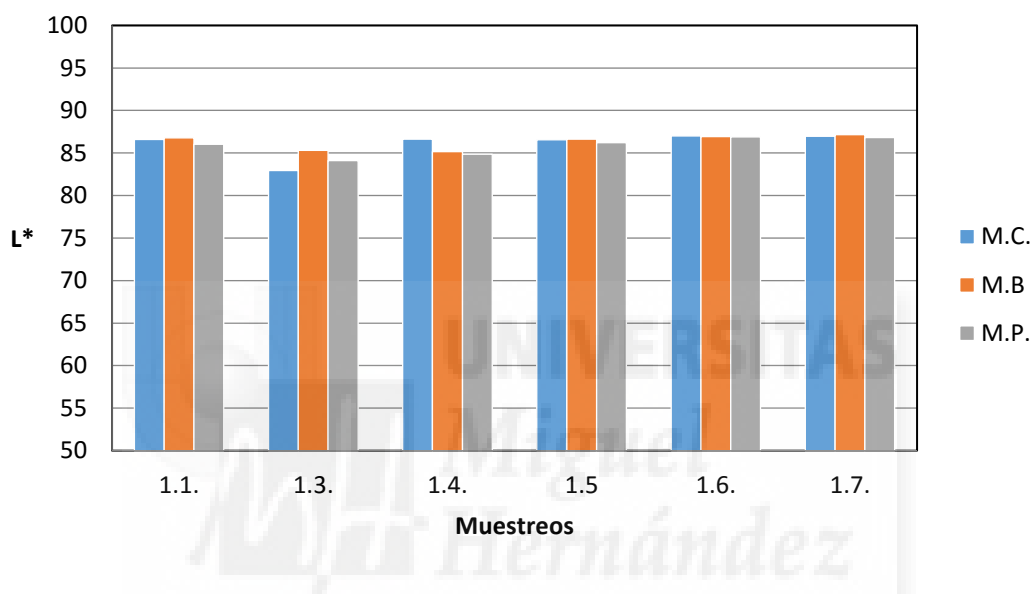


Ilustración 4. Valores medio de la luminosidad (L^*) de las muestras de leche de cabra durante el primer experimento.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

Respecto al 2º experimento (Ilustración 5), donde la proporción de inclusión de subproducto fue mayor, no se observaron diferencias entre los muestreos ($p > 0.05$), por lo que la inclusión de planta o bráctea de la alcachofa en la dieta no influyó en la luminosidad de la leche de cabra.

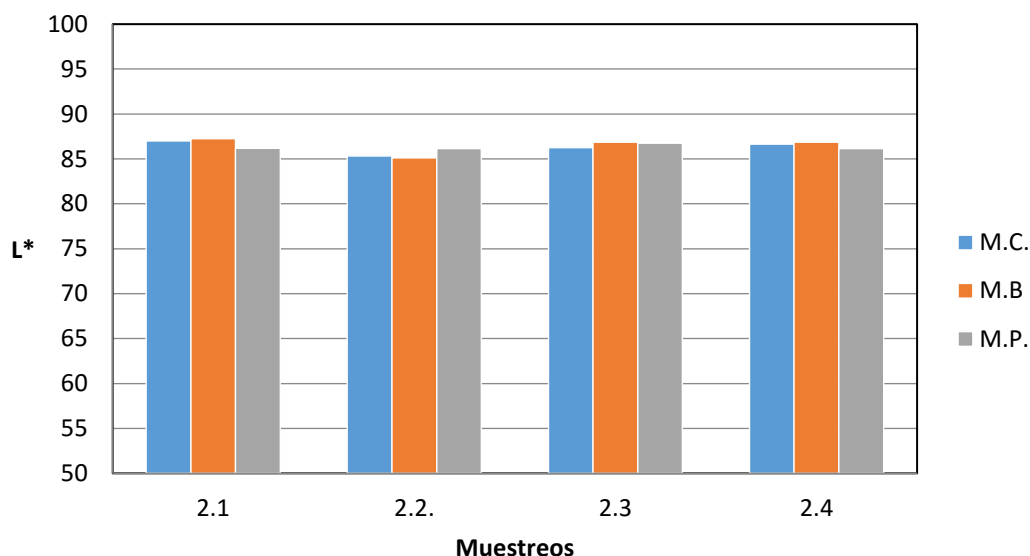


Ilustración 5. Valores medio de la luminosidad (L^*) de las muestras de leche de cabra durante el segundo experimento.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

Si comparamos la luminosidad media de las muestras de leche de los dos experimentos (Ilustración 6), se concluye que no existieron diferencias entre ellos, y por tanto, ni la ingesta subproductos ni su porcentaje de inclusión afecto a esta coordenada.

La luminosidad de la leche depende de la presencia de partículas coloidales de presentes en ella, como los glóbulos de grasa y las micelas de caseína, que dispersan la luz (García-Pérez y col, 2005). Un incremento de los valores de L^* está relacionado con una disminución del tamaño de las micelas de caseína (Güler y Park, 2009).

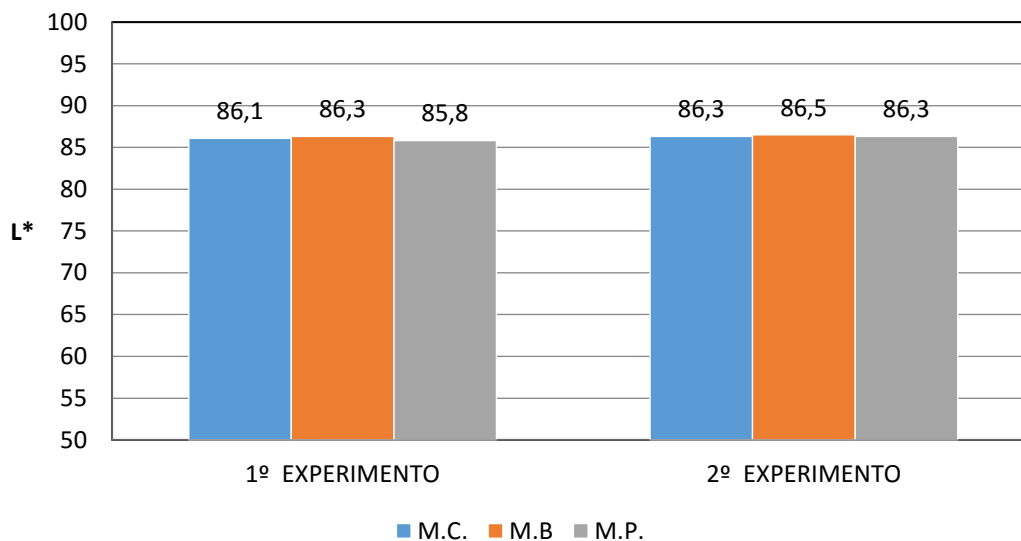


Ilustración 6. Valores medios de la luminosidad (L^*) obtenida para las muestras de leche de cabra en los dos experimentos.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

En la Ilustración 7 y 8 se representan las medias de los valores de a^* para los dos experimentos, respectivamente. En el primer experimento las muestras presentaron valores de a^* , entre -0,89, - 0,88 y -0,85, para control, bráctea y planta, respectivamente, que, aunque estadísticamente sean significativas ($P < 0,05$), no presentaron ningún valor práctico, al igual que el segundo experimento. La leche de cabra presenta un valor de a^* negativo, por su baja concentración de componentes rojos (Güler y Park, 2009)

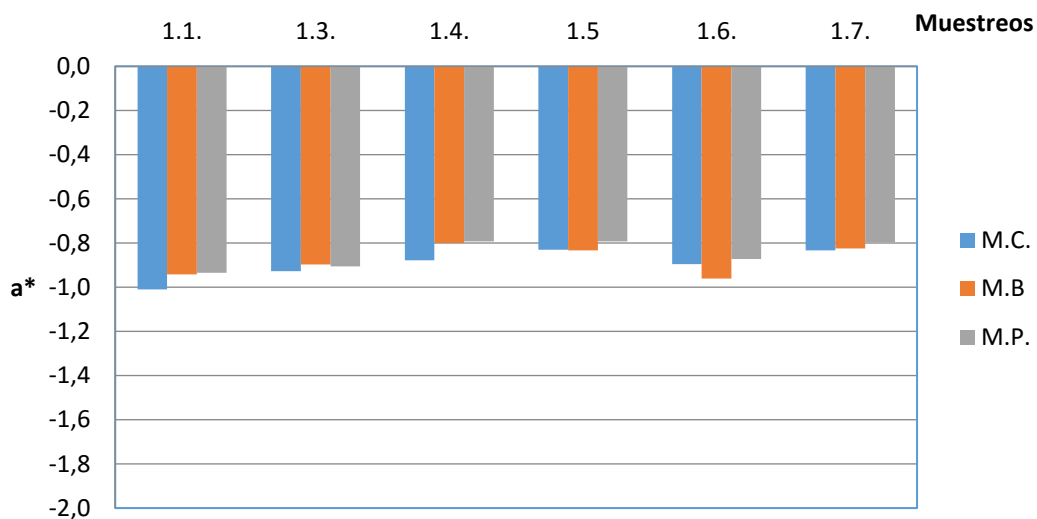


Ilustración 7. Valores medios de la coordenada rojo-verde (a^*) de las muestras de leche de cabra durante el primer experimento.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

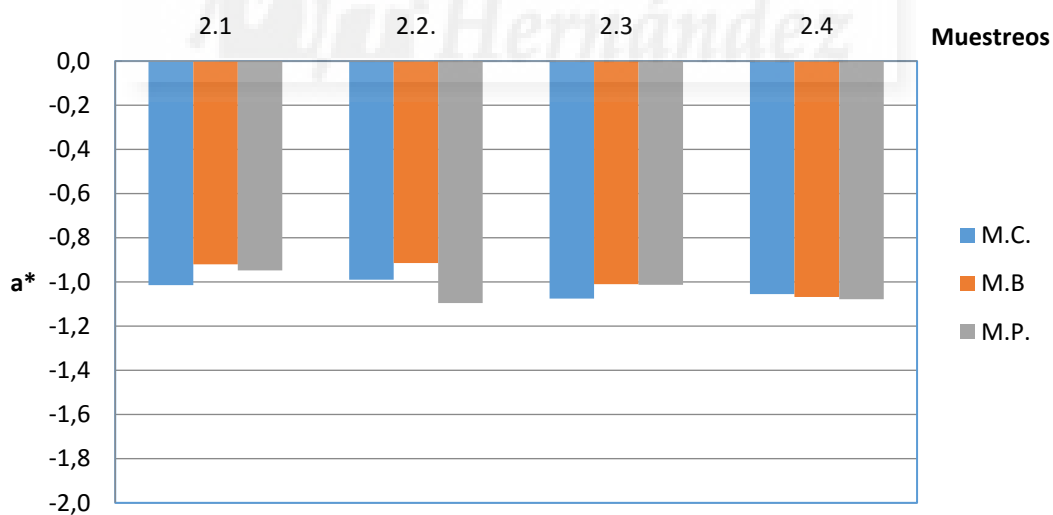


Ilustración 8. Valores medios de la coordenada rojo-verde (a^*) de las muestras de leche de cabra durante el segundo experimento.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

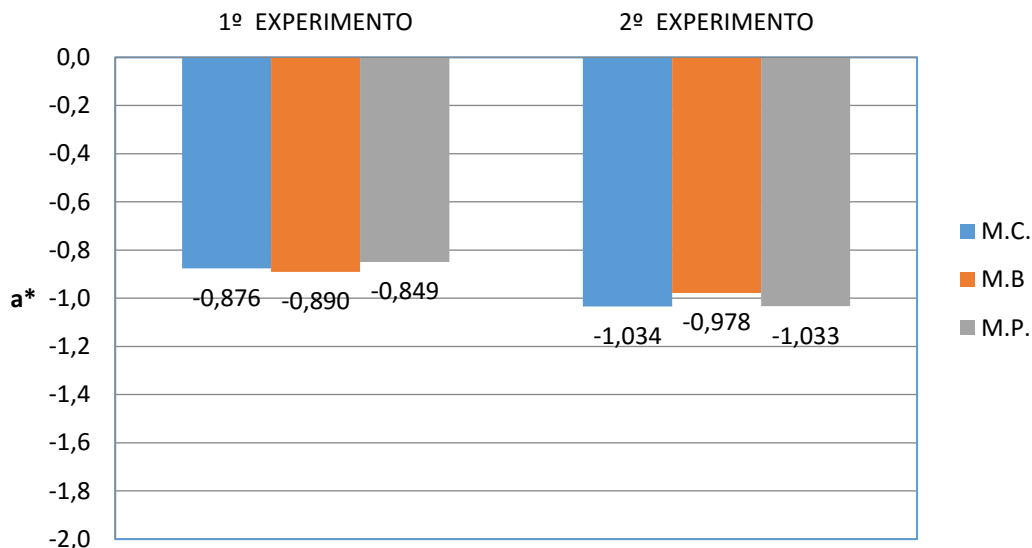


Ilustración 9. Valores medios de la coordenada rojo-verde (a^*) de las muestras de leche de cabra para los dos experimentos.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa

Los valores de b^* indican la participación de componentes de color amarillos de la leche, cambios en compuestos como vitamina B2 (riboflavina), β -carotenos y vitamina A, afectarían al valor de la componente b^* (Popov-Ralijie y col, 2008). El valor de positivo de b^* indicaría una leve coloración amarilla, ya que la leche cabra presenta un bajo contenido en carotenoides, por lo que es mucho menos amarilla que la leche de vaca.

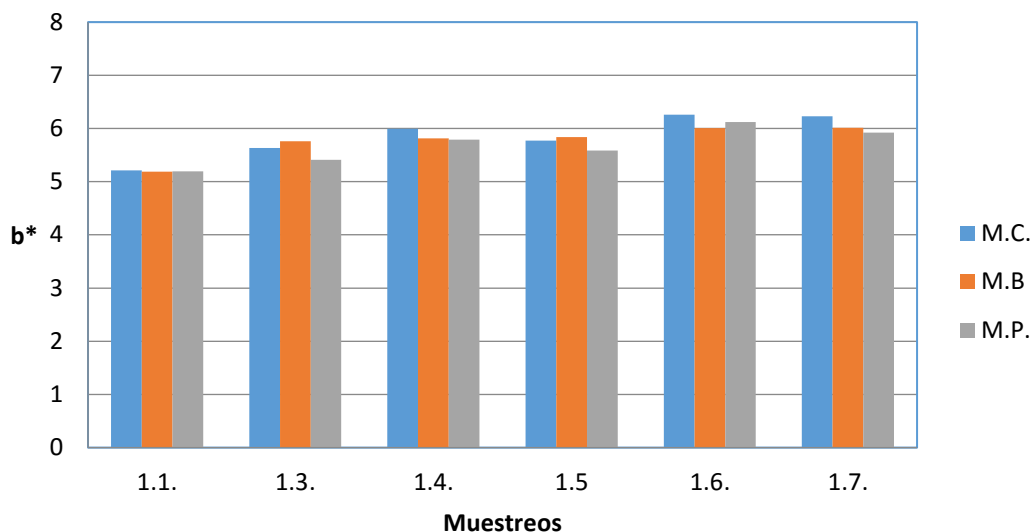


Ilustración 10. Valores medios de la coordenada amarillo-azul (b^*) de las muestras de leche de cabra durante el primer experimento.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

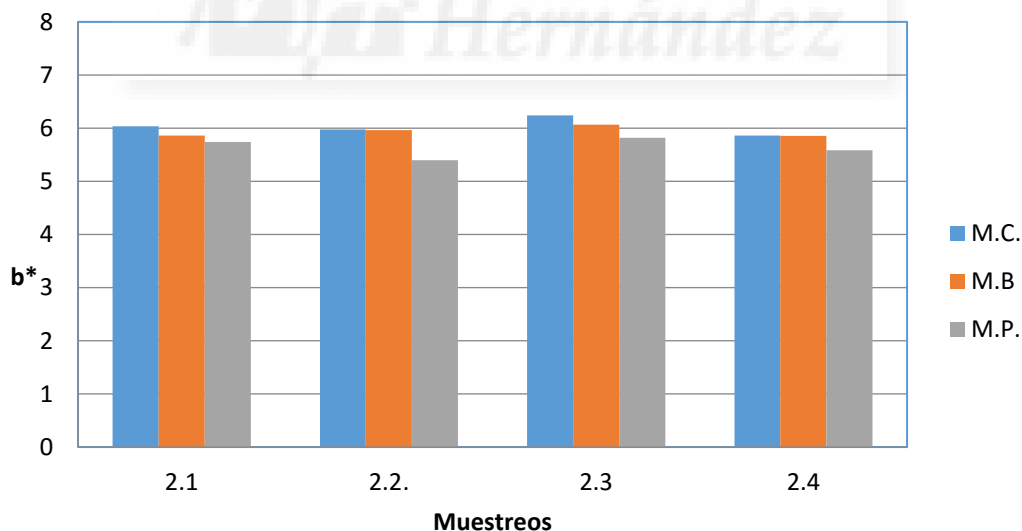


Ilustración 11. Valores medios de la coordenada amarillo-azul (b^*) de las muestras de leche de cabra durante el segundo experimento.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

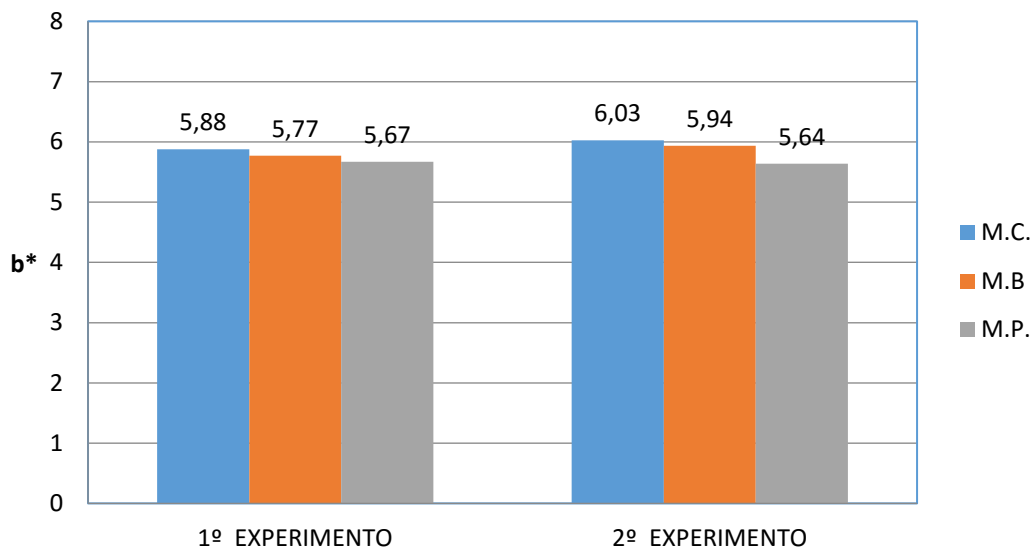


Ilustración 12. Valores medios de la coordenada amarilla-azul (b^*) de las muestras de leche de cabra para los dos experimentos.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa

En conclusión, no hay diferencias perceptibles por el ojo humano entre la leche control y la procedente de cabras con dietas con inclusión de diferentes subproductos de alcachofa en la ración de alimento de las cabras.

En las ilustraciones 13 y 14, se representan los espectros de reflexión para los experimentos 1 y 2. Se ha observado que la leche procedente del grupo de cabras (M.B.) siempre presenta valores más elevados para todas las longitudes de onda, mientras que los otros dos grupos (M.P. y M.C.).

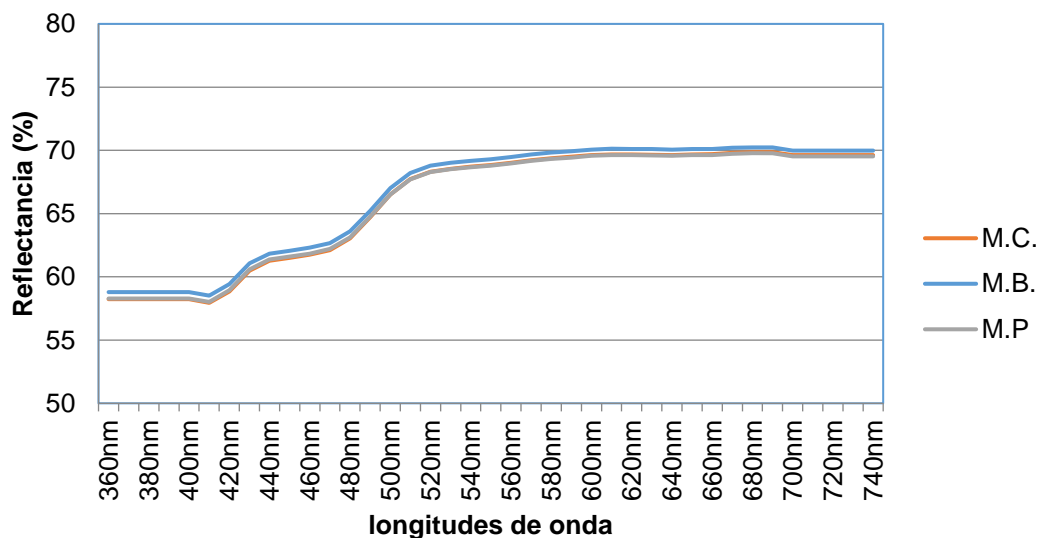


Ilustración 13. Espectros de reflexión (360-740 nm) de las muestras de leche de cabra durante el primer experimento.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa

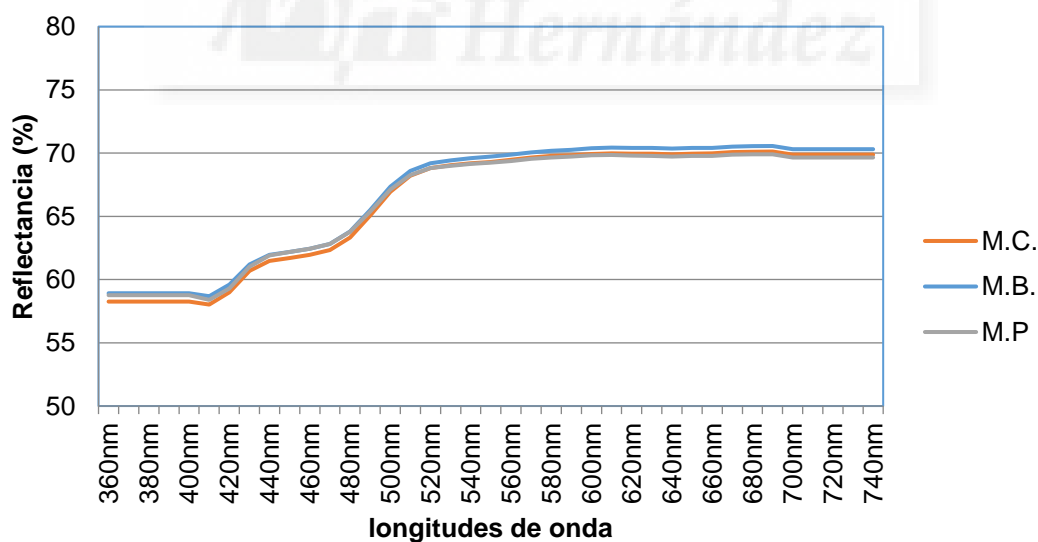


Ilustración 14. Espectros de reflexión (360-740 nm) de las muestras de leche de cabra durante el segundo experimento.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa

Se midió el color de las muestras de leche tras la fermentación realizada en el apartado 1.3.3.

En el primer experimento no existieron diferencias significativas ($p > 0.05$) para ninguno de las coordenadas de color estudiadas (L^* , a^* y b^*) (Tabla 16). En el segundo experimento se observaron diferencias ($p < 0.05$) para los tres parámetros determinados.

En la tabla 15 se muestran los resultados de color obtenidos en las muestras de leche fermentada del apartado 4.3.

En la Ilustración 15 se representa la luminosidad media de las muestras en los dos experimentos. La muestra con menor luminosidad la presentó la MC del segundo experimento.

El incremento de la luminosidad en el yogurt respecto la leche de cabra, puede ser atribuido a una mejor reflexión de la luz en la superficie del producto (Güler y Park, 2009). El valor de L^* en alimentos está relacionada con el agua libre en la superficie del producto, lo que indicaría que, en la muestra MC del experimento 2 presentaría menor agua libre en superficie que las muestras M.B. y M.P., este resultado corrobora los resultados obtenidos en el apartado 4.4. con el menor desuerado obtenido en la muestra control, aunque no fue significativo.

Tabla 15. Datos CIELAB en muestras de leche fermentada.

		L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)
Experimento 1	Muestreo 1.4			
	LP	86,02	-2,13	5,42
	MC	87,70	-0,82	4,23
	MB	87,01	-0,91	4,01
	MP	87,12	-0,80	4,19
	Muestreo 1.5			
	LP	86,40	-2,18	5,69
	MC	87,40	-1,15	4,84
	MB	86,83	-1,06	4,50
	MP	87,02	-1,09	4,61
	Muestreo 1.6			
	LP	86,99	-2,30	5,77
	MC	88,39	-1,14	5,10
	MB	88,44	-1,25	5,57
	MP	88,50	-1,17	5,38
	Experimento 2	Muestreo 2.1		
LP		86,65	-2,16	5,42
MC		88,13	-1,08	5,40
MB		88,00	-1,02	5,12
MP		87,67	-1,12	5,50
Muestreo 2.2				
LP		84,07	-1,89	6,08
MC		80,95	-1,56	6,82
MB		87,10	-1,06	5,49
MP		86,38	-1,13	5,83
Muestreo 2.3				
LP		87,10	-2,09	5,89
MC		88,03	-1,29	5,72
MB		88,32	-1,25	5,74
MP		88,33	-1,17	5,65
Muestreo 2.4				
LP	86,46	-2,37	6,06	
MC	88,05	-1,35	5,77	
MB	86,54	-1,24	5,65	
MP	86,58	-1,27	5,46	

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

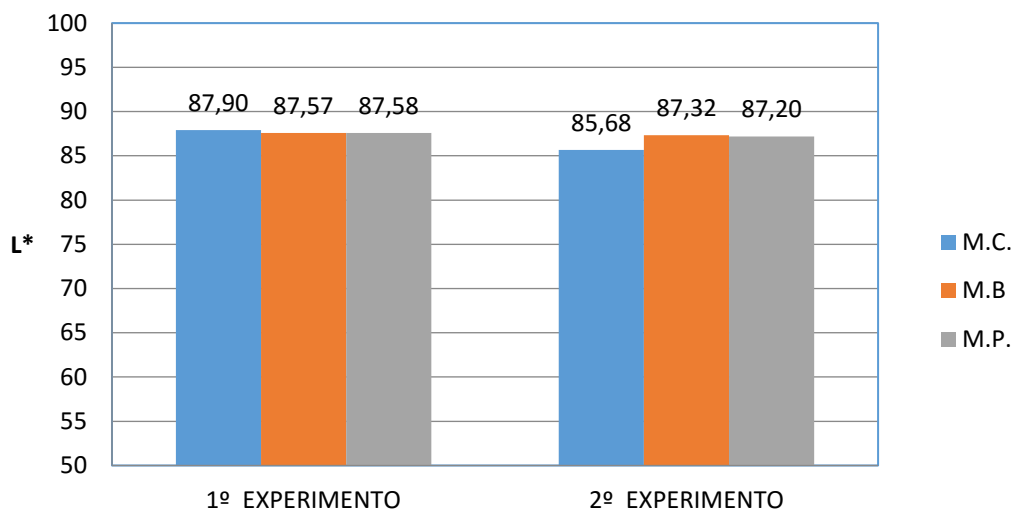


Ilustración 13. Valores medios de la luminosidad (L^*) de las muestras de leche fermentada en los dos experimentos.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

En la Ilustraciones 16 y 17 se representan los valores medios de a^* y b^* para los dos experimentos realizados.

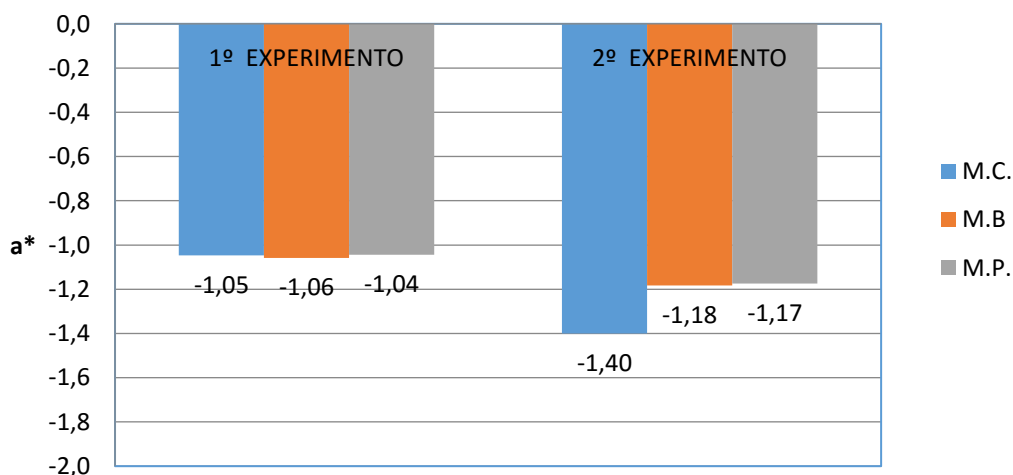


Ilustración 16. Valores medios de la coordenada (a^*) de las muestras de leche fermentada en los dos experimentos.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

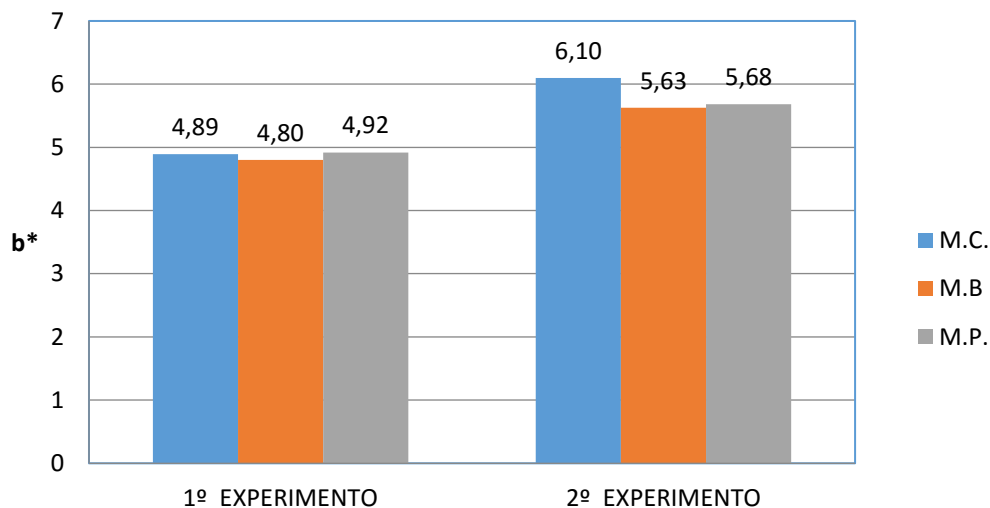


Ilustración 17. Valores medios de la coordenada (b^*) de las muestras de leche fermentada en los dos experimentos.

M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa.

Las diferencias significativas ($p < 0.05$) en los valores de a^* y b^* en el segundo experimento para la muestra control, con respecto a las muestras de leche de cabra alimentadas con subproductos de alcachofa, podrían estar relacionadas con las diferencias encontradas para la composición química en proteínas y cenizas (aparato 4.1.) en este experimento.

En las ilustraciones 18 y 19 se representan los espectros de reflexión para las muestras de leche fermentada de cabra (M.C., M.B. y M.P) en comparación con la leche preparada de vaca fermentada (LP). Como cabría esperar, por el origen de la leche, el perfil del espectro de LP difiere significativamente del resto de espectros, que siguen otro perfil. Entre las muestras de leche fermentada de cabra, en el primer experimento se observa como el espectro de M.C. está por encima del espectro de M.B. y M.P, siendo el espectro de estos dos últimos prácticamente iguales. Para el segundo experimento (Ilustración

19), el espectro de MC difiere significativamente de las MB y MP, siendo el espectro de estos dos últimos prácticamente iguales.

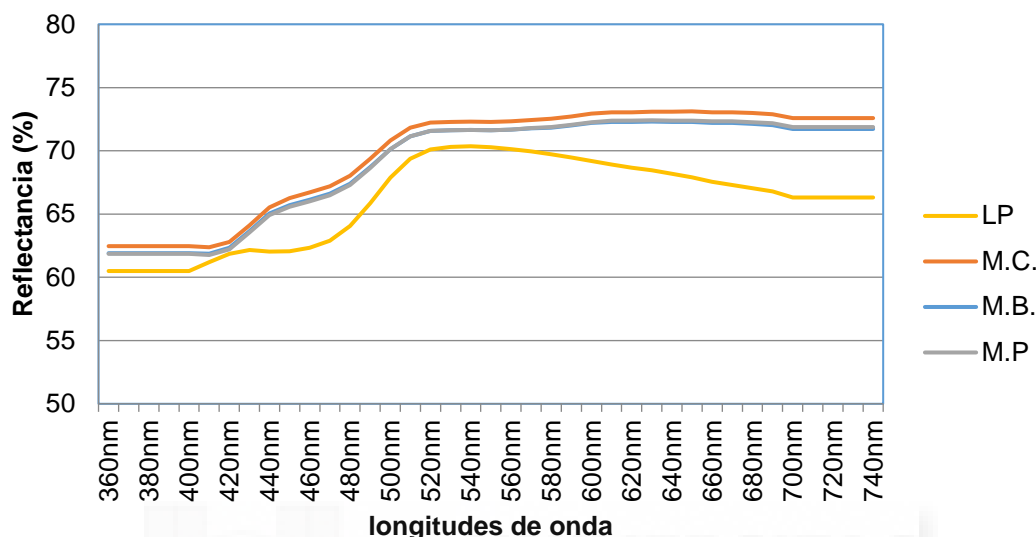


Ilustración 18. Espectros de reflexión (360-740 nm) de las muestras de leche fermentada de cabra durante el primer experimento.

L.P.: muestras de leche de vaca; M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa

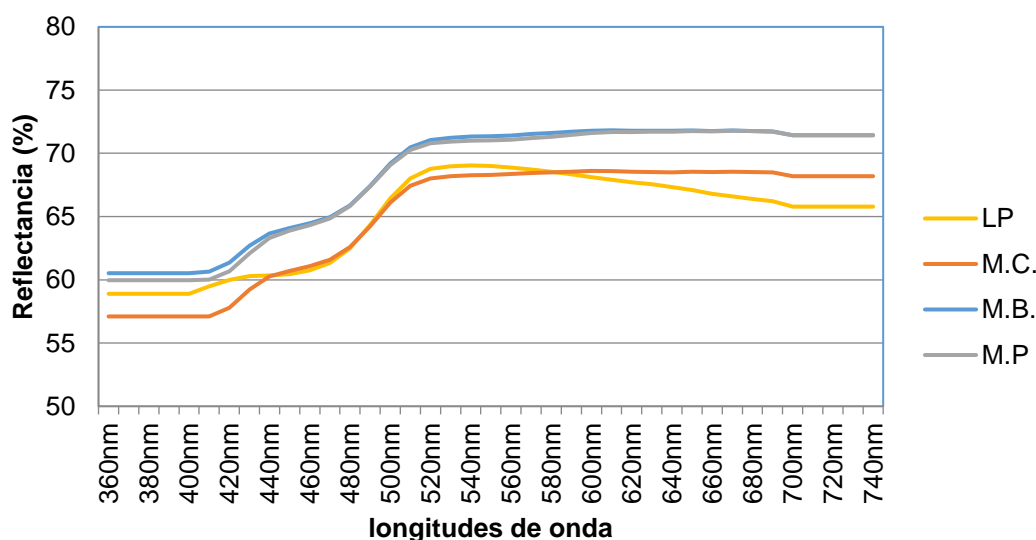


Ilustración 19. Espectros de reflexión (360-740 nm) de las muestras de leche fermentada de cabra durante el segundo experimento.

L.P.: muestras de leche de vaca; M.C.: muestras de leche de cabra control; M.B.: muestras de leche de cabra con inclusión de brácteas de alcachofa y M.P.: muestras de leche de cabra con inclusión de planta de alcachofa

4.6. Análisis sensorial

De un total de 161 pruebas realizadas, se obtuvieron 56 casos en los que se marcó la muestra que era distinta a las demás, lo que supone un 35% de acierto.

Los resultados mostraron que no existían diferencias significativas en los resultados más allá que las propias del azar, por lo que, la inclusión de subproducto de alcachofa ensilados en las raciones diarias de las cabras, no afectó a las propiedades sensoriales del yogur. Esto resultados coinciden con el estudio realizado por Jaramillo y col, (2009), en el que elaboraron queso a partir de leche procedente de ovejas lactantes, a las que se le habían incluido subproductos de alcachofa ensilados en las raciones diarias, y no encontraron alteración en las características organolépticas del queso una vez madurado.

5. CONCLUSIONES

La inclusión de subproductos de alcachofa ensilados en las raciones diarias de cabras lactantes de raza Murciano-Granadinas, no influyó en las aptitudes tecnológicas de la leche, ni tuvo efecto en las propiedades sensoriales, ni se apreció diferencias en el color, a pesar de haber encontrado diferencias significativas en la composición química de la leche en el segundo experimento y en el color de la leche fermentada donde la inclusión de subproducto era de más del 50% de la ración total diaria.

En relación a los resultados obtenidos en ambos experimentos, se concluye que los subproductos de alcachofa ensilados son una buena alternativa para la inclusión en las raciones diarias de cabras lecheras, constituyendo un producto alternativo a los granos o cereales, y reduciendo el coste de la alimentación animal para los ganaderos de pequeños rumiantes.

Con respecto a las diferencias encontradas para la composición, y color en la leche fermentada, en el segundo experimento, serían necesarios nuevos estudios que confirmasen esas diferencias o las descartasen por irrelevantes.

6. BIBLIOGRAFÍA

AEMET 2016. (Agencia Estatal de Meteorología. Gobierno de España)
<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos>

Alais, C. 1984. Physique et physico-chimie du lait. Les effets des traitements technologiques (Physique and physicochemistry of milk, effects of technological treatments). In: Sciences du Lait, 4th ed. Société d'édition et de promotion agro-alimentaires, industrielles et commerciales.

Alais, C. 1988. Ciencia de la leche: Principios de Técnica Lechera, Traducido por: Antonio Lacasa Gomina, México. Editorial Continental.

Badui, S. 1990. 12. Leche. 12.5.1.1 Tratamiento térmico. En Química de los alimentos. Editores: Angelines Torre y A. Martínez Romero. Editorial: alhambra mexicana. S.a. de c.v.

Barłowska J., Szwajkowska M., Litwinczuk Z. y Król J., 2011. Nutritional Value and Technological Suitability of Milk from Various Animal Species Used for Dairy Production. Comprehensive reviews in food science and food safety, 10, 291-302.

BEDCA 2016. (Base de datos española de composición de alimentos).
<http://www.bedca.net/bdpub/index.php>

Brule G. y Lenoir J., 1990. "La coagulación de la leche: El queso". Ed. Omega. Barcelona. 440pp.

Cantalapiedra-Hijar, G., Yáñez-Ruiz, D. R., Martín-García, A. I., & Molina-Alcaide, E. 2009. Effects of forage: concentrate ratio and forage type on apparent digestibility, ruminal fermentation, and microbial growth in goats. Journal of Animal Science, 87(2), 622-631.

Chacón A., 2005. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía mesoamericana* 16(2): 239-252. 2005 ISSN: 1021-7444

Galvano G., y Scerra V. 1983. El uso de brácteas de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) en la alimentación de ganado. *Anim Mundial Rev. Pinchar.* 19: 41-46. *Journal of Dairy Science.*

García-Pérez F.J., Lario Y., Fernández-López J., Sayas E., Pérez-Alvarez J.A., y Sendra E., 2005. Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. *Color Research & Application*, 30(6), 457-463.

Gaviria C., 1980. *Manual de Procedimientos Microbiológicos en Leche y Derivados Lácteos.* Merck Colombia.

Gil R., 1999. El cultivo de la alcachofa. Variedades de semilla. Hojas divulgadoras. Núm.2097hd.

http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/biblioteca-virtual/hojas-divulgadoras/hojas_materia.asp?materiaid=ZZ0041691&materia=CYNARA%20SCOLYMUS

Guo, M. R., Wang, S., Li, Z., Qu, J., Jin, L., & Kindsted, P. S. (1998). Ethanol stability of goat's milk. *International Dairy Journal*, 8(1), 57-60.

Güler Z., Park W., 2009. Evaluation of chemical and color index characteristics of goat milk, its yoghurt and salted yoghurt. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 11(1), 37-39.

Horne y Parker, 1980. The pH sensitivity of the ethanol stability of individual cow milks. *Netherlands Milk and Dairy Journal.* 34: 126-130

Horne D. y Parker T., 1981. Factors affecting the ethanol stability of bovine milk. *Journal of Dairy Research.* 48: 273-284

Huppertz T., Grosman S., Fox P.F. y Kelly A.L., 2004. Heat and ethanol stabilities of high-pressure-treated bovine milk. *International Dairy Journal*, 14, 125-133

Jaramillo D.P., Buffa M.N., Rodríguez M., Pérez-Baena I., Guamis B., y Trujillo A.J., 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 :1412–1419.

Jaramillo D.P., García T., Buffa M.N., Rodríguez M., Guamis B., y Trujillo A.J., 2009. Effect of the inclusion of whole citrus in the ration of lactating ewes on the properties of milk and cheese characteristics during ripening. *Journal of Dairy Science*. 92:469–476

MAGRAMA 2016. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente Español.)<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/2004/default.aspx?parte=3&capitulo=21>

Masle, I., Morgan, F., 2001. Aptitude du lait de chèvre à l'acidification par les ferments lactiques—facteurs de variation liés à la composition du lait (Compositional factors involved in the variable acidification capacity of goat milk by lactic starters). *Lait* 81, 561–569 (in French).

Medina M., 1990. "Principios Básicos para la Fabricación de Quesos" Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

Meneses M., Madrid J., Megias M.D., y Hernández F., 2002. Determinación de la digestibilidad in vivo de dos subproductos agroindustriales ensilados: brócoli (*brassica oleracea*, var. *Italica*) y alcachofa (*cynara scolymus*). *Alimentación SEOC*, 186-190.

Meneses M., Megias M.D., Madrid J., Martínez-Teruel, Hernández F. y Oliva. 2007. Evaluation of the phytosanitary, fermentative and nutritive

characteristics of the silage made from crude artichoke (*Cynara scolymus* L.) by-product feeding for ruminants. *Small Ruminant Research*, 70:292–296.

Molina L.H., González R., Brito C., Carrillo B., Pinto M., 2001. Correlación entre la termoestabilidad y prueba de alcohol de la leche a nivel de un centro de acopio lechero. *Archivos de Medicina Veterinaria*, vol. 33, núm. 2, 2001.

Molina E., y Morales E., 2010. Effects of partial replacement of concentrate with feed blocks on nutrient utilization, microbial N flow, and milk yield and composition in goats. *Journal of Dairy Science*. 93: 2076-2087. *Journal of Dairy Science*.

F. Morgan, T. Massouras, M. Barbosa, L. Roseiro, F. Ravasco, I. Kandarakis, V. Bonnin, M. Fistakoris, E. Anifantakis, G. Jaubert, K. Raynal-Ljutovac. 2003. Characteristics of goat milk collected from small and medium enterprises in Greece, Portugal and France. *Small Ruminant Research* 47, 39-49.

Popov-Raljić J.V., Lakić N.S., Laličić-Petronijević J.G., Barać M.B., y Sikimić V.M., 2008. Color changes of UHT milk during storage. *Sensors*, 8(9), 5961-5974.

Rauber H.J., 2005. 8.10.2.3 Procesos bioquímicos, en *Fundamentos de la tecnología de los alimentos*. Editor: Horst-Dieter Tscheuschner. Editorial ACRIBIA.

Real Decreto 179/2003, de 14 de febrero, por el que se aprueba la Norma de Calidad para el yogur o yoghurt. (BOE).

Real Decreto 752/2011, de 27 de mayo, por el que se establece la normativa básica de control que deben cumplir los agentes del sector de leche cruda de oveja y cabra. (BOE).

Robinson D., 1991. *Bioquímica y Valor Nutritivo de los Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza España.

Romero-Huelva M., y Molina-Alcaide E., 2012. Effect of the partial replacement of concentrate with feed blocks including greenhouse wastes on nutrient utilization, ruminal fermentation, microbial N flow, bacterial and methanogens abundances and methane emissions in goats. *Journal of Animal Science*. Submitted.

Schmidt D.G. y Koops J., 1977. Properties of artificial casein micelles. Stability toward ethanol, dialysis, pressure and heat in relation to casein composition. *Neth. Milk Dairy Journal*. 31: 342-357.

Scout L.A., 1991. *Fabricación de queso*, Traducido por Francisco Salas Trepal, Zaragoza, Acribia, España, 1991, I.S.B.N. 84-200-0710-2.

Swaigood H.E., 1992. Chemistry of caseins. Page 63 in *Advanced Dairy Chemistry*. Vol. 1. P F. Fox. ed. Elsevier Sci. Publ., Essex, Engl.

Tscheuschner H.D., 2005. 2.12.2.3 Lactosa. en *Fundamentos de la tecnología de los alimentos*. Editor: Horst-Dieter Tscheuschner. Editorial ACRIBIA.

Tornadijo, M. E., Marra, A. I., Fontán, M. G., Prieto, B., y Carballo, J. (1998). La calidad de la leche destinada a la fabricación de queso: calidad química milk quality for cheese production: chemical quality a calidade da leite destinada á fabricación de queixo: calidade química. *CYTA-Journal of Food*, 2(2), 79-91

Veisseyre R., 1988. "Lactología Técnica", 3ª Edición. Editorial Acribia. España.

Villalobos A. y Castro M.L., 2009. Características químicas, físicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo "Crottin de Chavignol". *agronomía mesoamericana*, 20(2), 297-309.

Walstra P., Van Dijk H.J. y Geurts T.J., 1985. The syneresis of curd. 1. General considerations and literature review. *Netherlands Milk and Dairy Journal (Netherlands)* 39, 209–246.

Walstra P., Geurts T.J., Noomen A., Jellema A., y Van Boekel M.A.J.S. 2001. Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Editorial Acribia.



7. ANEXOS

7.1. Cuestionario de prueba triangular para análisis sensorial de yogur de leche de cabra

Prueba triangular

Nombre y Apellidos:

Fecha: _____

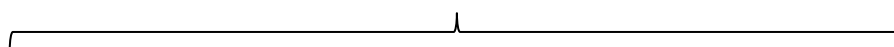
Instrucciones

A continuación, va a probar 3 muestras codificadas, dos de ellas son iguales y una es diferente. Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Vuélvalas a probar al menos una segunda vez, reevalúelas tantas veces como necesite. A continuación, ponga un círculo alrededor de la muestra DIFERENTE.

878

929

391



Comentarios:

¡¡¡Muchas gracias por su colaboración!!!

Prueba triangular

Nombre y Apellidos:

Fecha: _____

Instrucciones

A continuación, va a probar 3 muestras codificadas, dos de ellas son iguales y una es diferente. Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Vuélvalas a probar al menos una segunda vez, reevalúelas tantas veces como necesite. A continuación, ponga un círculo alrededor de la muestra DIFERENTE.

391

878

929



Comentarios:

!!!Muchas gracias por su colaboración!!!

Prueba triangular

Nombre y Apellidos:

Fecha: _____

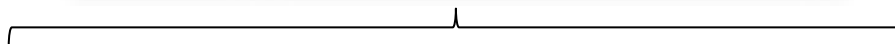
Instrucciones

A continuación, va a probar 3 muestras codificadas, dos de ellas son iguales y una es diferente. Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Vuélvalas a probar al menos una segunda vez, reevalúelas tantas veces como necesite. A continuación, ponga un círculo alrededor de la muestra DIFERENTE.

929

391

878

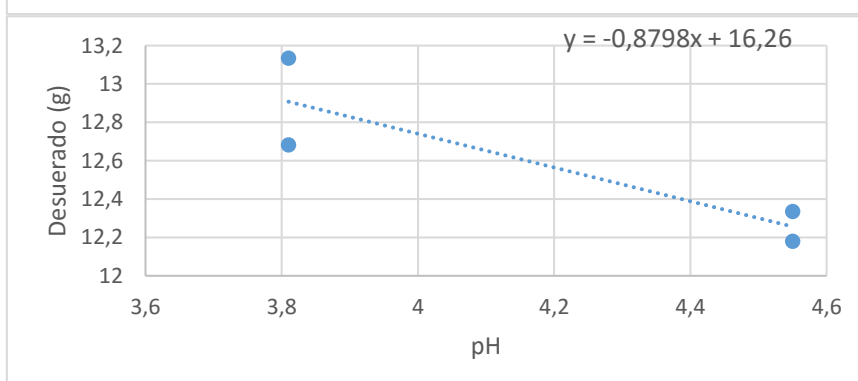
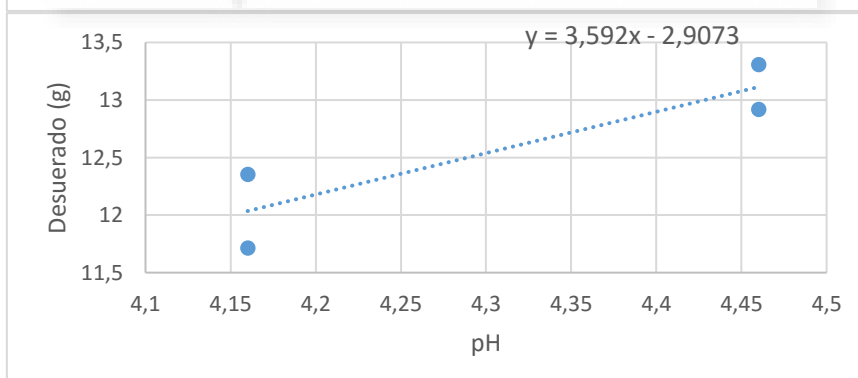
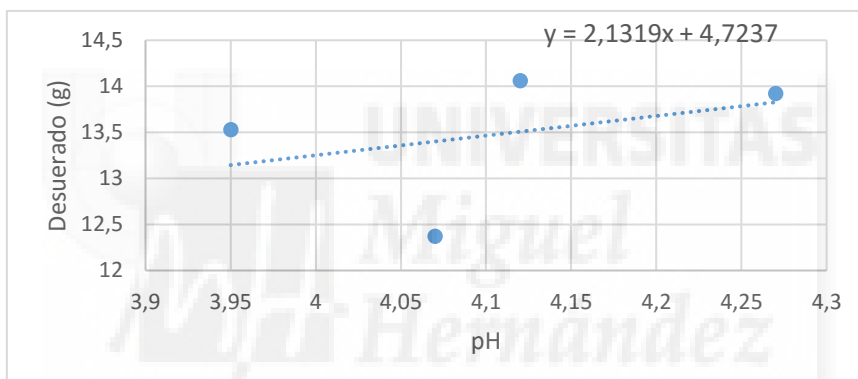
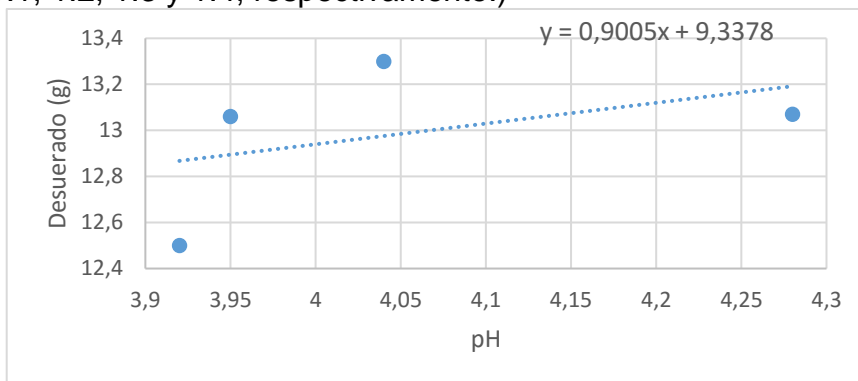


Comentarios:

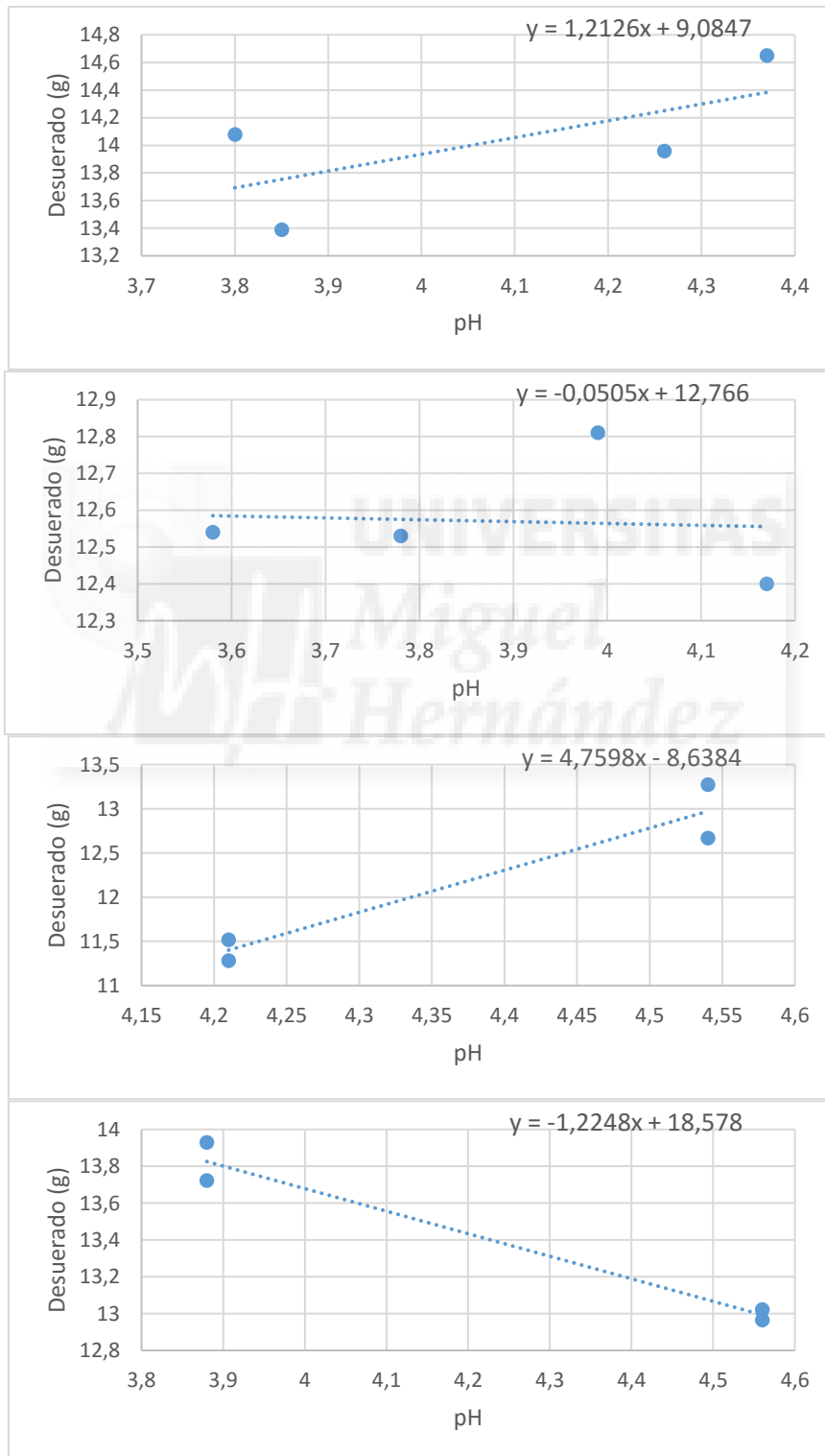
!!!Muchas gracias por su colaboración!!!

7.2. Regresión lineal para los resultados obtenidos en la coagulación ácida.

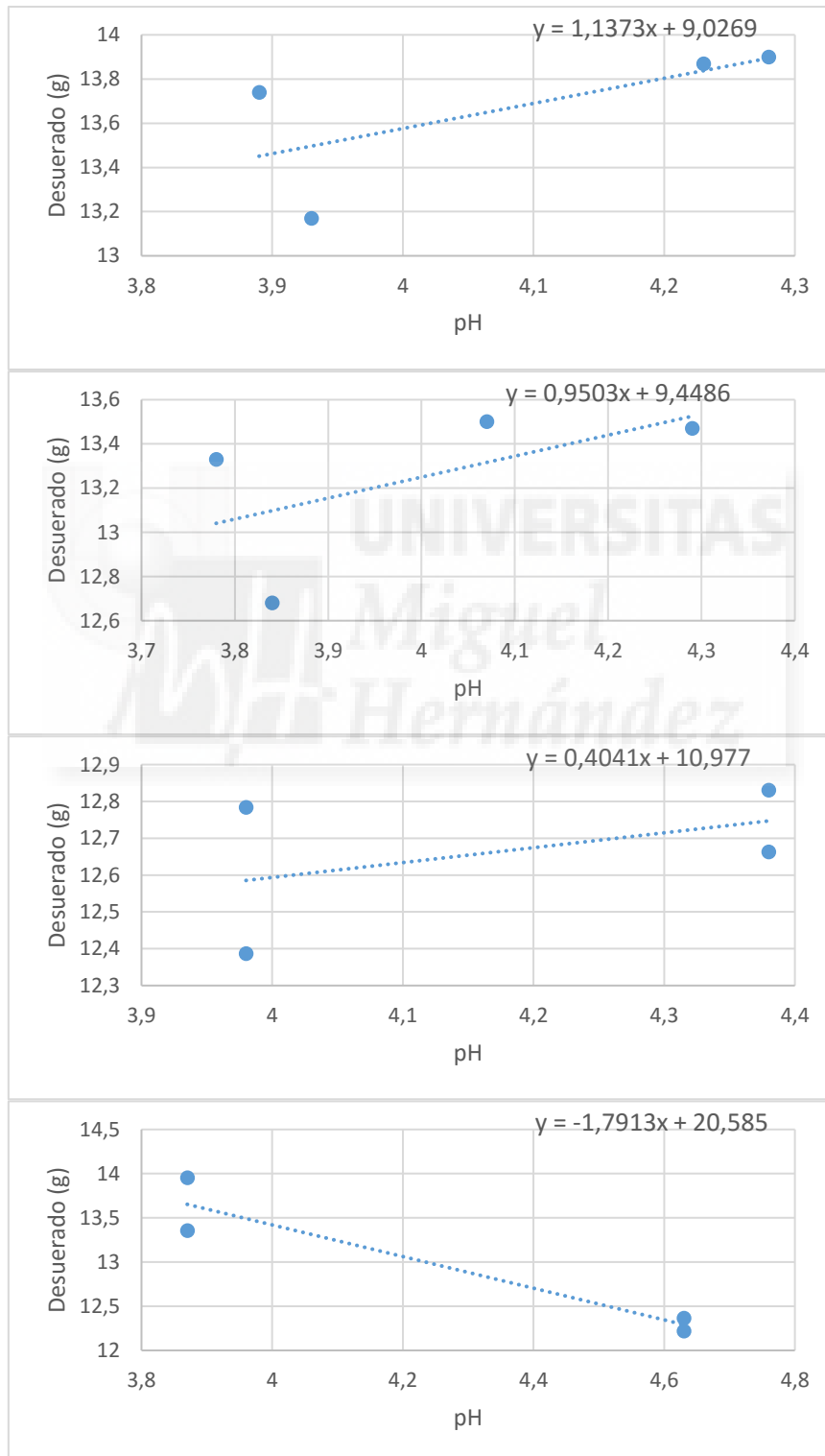
Gráficas obtenidas para la muestra control en el primer experimento. (1.1, 1.2, 1.3 y 1.4, respectivamente.)



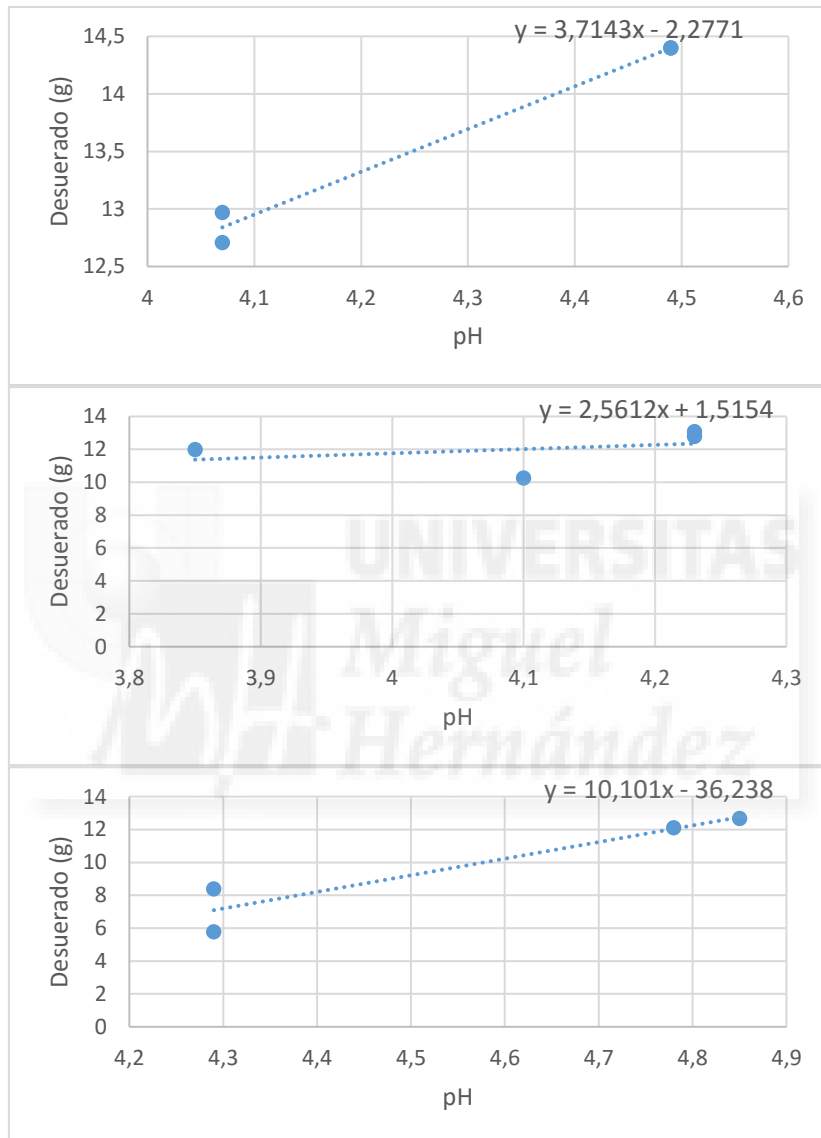
Gráficas obtenidas para la muestra brácteas en el primer experimento. (1.1, 1.2, 1.3 y 1.4, respectivamente.)



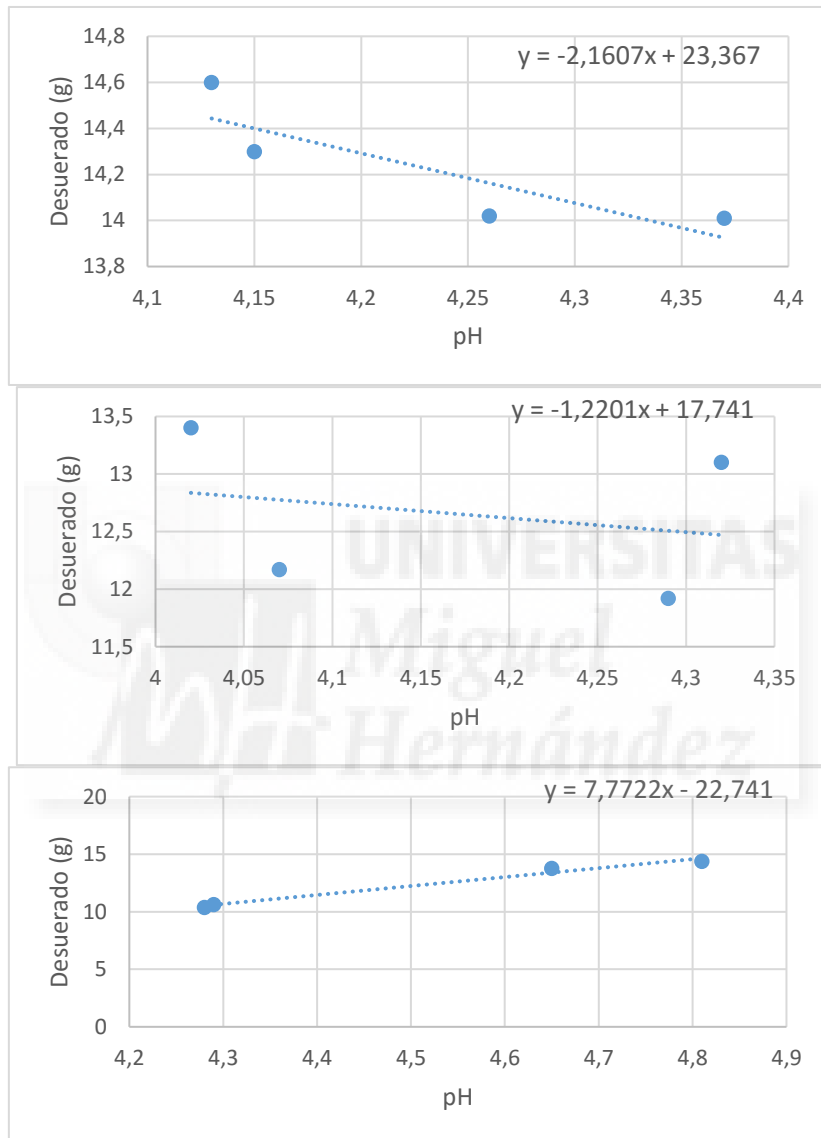
Gráficas obtenidas para la muestra planta en el primer experimento. (1.1, 1.2, 1.3 y 1.4, respectivamente.)



Gráficas obtenidas para la muestra control en el segundo experimento. (2.1, 2.2 y 2.3, respectivamente.)



Gráficas obtenidas para la muestra brácteas en el segundo experimento. (2.1, 2.2 y 2.3, respectivamente.)



Gráficas obtenidas para la muestra planta en el segundo experimento. (2.1, 2.2 y 2.3, respectivamente.)

