

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA
FACULTAD DE VETERINARIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL Y DE LOS ALIMENTOS

Trabajo presentado para la superación de los 15 créditos del Módulo Trabajo Fin de Master del **Master Oficial en Calidad de Alimentos de Origen Animal**

Estudio de parámetros tecnológicos en leche de cabra obtenida bajo condiciones de estrés térmico por frío

Mauro F Bonafede

Julio 2016

Ahmed A K Salama, Ph. D.

Grupo de Investigación en Rumiantes (G2R)

Departamento de Ciencias Animal y de los Alimentos

Dr. Jordi Saldo Periago

Profesor titular en Tecnología de los Alimentos

Departamento de Ciencias Animal y de los Alimentos

INFORMA

Que el trabajo realizado de investigación titulado “Estudio de parámetros tecnológicos en leche de cabra obtenida bajo condiciones de estrés térmico por frío” ha sido realizado bajo nuestra supervisión o tutela por el Sr. Mauro Bonafede dentro del módulo Trabajo de Fin de Máster del Máster Oficial de Calidad de Alimentos de Origen Animal de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Bellaterra, 7 de Julio 2016

INDICE

Contenidos

Resumen	4
1. INTRODUCCIÓN	5
2. MATERIALES Y METODOS	8
2.1 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE COAGULACIÓN	9
2.2 CONTROL DE LA TEXTURA DEL COAGULO.....	9
2.3 PRUEBA DE RENDIMIENTO TEÓRICO.....	10
2.4 PRUEBA ELABORACIÓN DE QUESO A ESCALA LABORATORIO	10
2.5 PRUEBA SENSORIAL	11
2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	11
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
3.1 PROPIEDADES DE COAGULACIÓN Y RENDIMIENTO QUESERO TEÓRICO	12
3.2 PRUEBA SENSORIAL:	16
4. CONCLUSIONES	17
5. BIBLIOGRAFIA	18

Resumen

Se utilizaron muestras de leche provenientes de cabras estresados y no estresados térmicamente por frío, para determinar los posibles efectos del tratamiento sobre las propiedades tecnológicas de la leche como el tiempo de coagulación, la velocidad de agregación de la cuajada, la firmeza y la dureza de la textura obtenida. Las cabras ($n = 8$) se utilizaron en 2 periodos experimentales (21 d cada uno) y se dividieron en dos grupos ($n = 4/\text{grupo}$), donde un grupo se mantuvo en termo neutralidad (15 a 20 °C) y el otro en cámara climática en frío (-4 a 8 °C), ambos grupos han sido cruzados de condiciones para el segundo periodo de estudio. El tratamiento tuvo efecto significativo en la composición de las leches y en sus propiedades de coagulación. En cuanto al rendimiento quesero teórico no se observaron diferencias para el mismo. Estos resultados muestran que el estrés por frío puede influir en los parámetros de coagulación como en la composición de leches provenientes de animales bajo su influencia.

Abstract

Milk samples were collected from cold-stressed and non-stressed goats to determine the possible effects on the technological milk properties as rennet clotting time, ratio of curd aggregation, firmness and texture hardness. Goats ($n = 8$) were used in a crossover study (2 periods of 21 d each) and divided into 2 groups: thermo-neutral (15 to 20 °C) and cold stress (-4 to 8 °C). Cold stress affected milk composition and coagulation properties. Nevertheless, treatment had no effect on cheese yield. The results suggest that cold stress in dairy animals has influence on milk clotting parameters.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos 30 años, la producción mundial de leche ha venido en aumento pasando de 500 millones de toneladas en 1983 a 769 millones de toneladas en 2013. Los países con los mayores excedentes per cápita de leche son Nueva Zelanda, Estados Unidos de América, Alemania, Francia, Australia e Irlanda. Los países con los mayores déficits en producción lechera son China, Italia, la Federación de Rusia, México, Argelia e Indonesia (FAO 2013).

La leche bovina es la producción dominante a nivel mundial y el tipo más consumido corrientemente. Sin embargo, la producción de leche de diferentes especies distintas a la bovina contribuye de manera significativa en muchos países (Claeys *et al.*, 2014). Para el año 2013, la producción de leche a nivel mundial fue por especie de un 85% bovinos, un 11% búfalos, 2% para cabras, 1% para ovejas y 0,4% para camellas (FAO 2013).

Por su parte la producción caprina es sumamente interesante ya que ésta se puede encontrar en un amplio rango de condiciones climáticas desde sub-tropical árido pasando por climas mediterráneos hasta climas continentales. Además, la cría de cabras nativas (autóctono) presenta la particular ventaja de su adaptación a ambientes particulares frente a cabras lecheras de raza de alta productividad (Saanen o Alpinas, por ejemplo) (Battini *et al.*, 2015).

Según el plan de acción de leche de cabra del ministerio de medio ambiente y medio rural y marino “en las razas caprinas españolas, es preciso destacar la riqueza genética, su rusticidad y el potencial lechero de este sector, caracterizado en el Catálogo Oficial de Razas de Ganado a través de 23 razas autóctonas españolas, de las cuales 17 están clasificadas en peligro de extinción y aparte, la raza alpina figura dentro de la categoría de raza de la U.E. Este sector de animales de raza pura se encuentra distribuido en más de 750 explotaciones y supone aproximadamente un 10-12% del total del censo, contribuyendo a la mejora de la cabaña caprina a través del esquema de selección y control de rendimiento lechero oficial (MAGRAMA 2010).

Las comunidades autónomas que concentran la mayor parte de la producción caprina Española son, Andalucía (35%); Castilla la Mancha (14%); Canarias (9%); Extremadura (10%); Murcia (14%) y Castilla y León (5%), estas zonas se reparten el 85% del total producido España según las estimaciones del censo nacional caprino 2014 (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente).

Existen muchos factores que afectan a la producción de leche de cabra, los intrínsecos como el polimorfismo genético que es uno de los principales responsable de los diferentes niveles de proteínas de la leche entre individuos de una misma raza; y la nutrición, que es tan importante y variable siendo este último uno de los principales factores extrínsecos que influye sobre los niveles de grasa, proteínas y sólidos totales (Salvador y Martínez, 2007). La producción de leche de esta especie bajo condiciones de estrés se torna de interés para entender el comportamiento de sus componentes a lo largo del ciclo de lactación. El estrés térmico es sin dudas una de las preocupaciones que abarca a todo el mundo por su potencial efecto sobre el bienestar y salud animal, por lo tanto, sobre su productividad. Numerosos estudios demuestran el efecto del estrés térmico sobre la producción lechera.

Según los datos recogidos por Ramón *et al.* (2016) la producción para ovejas lecheras de raza manchega se vio disminuida debido a los efectos de estrés por frío que fue ligeramente mayor que los efectos del estrés por calor. La disminución osciló entre 7 – 16 g/ día para la leche y de 0,2 a 0,6 g / día en rendimientos de grasa y proteína respectivamente. Para el estrés por calor la pérdida fue de 1 a 5 g/día de rendimiento en leche y de 0,1 a 0,3 g/día °C de rendimiento en grasa y proteína.

Un estudio en cabras bajo stress térmico por calor en cámaras climáticas mostró una disminución en la alimentación del 22 al 35% y una menor producción de leche de 3 a 5% con baja concentración de sólidos (grasa, proteína y lactosa). Además, ésta leche tenía alterada las propiedades de coagulación lo que podría suponer un impacto negativo a la industria quesera (Salama *et al.* 2014).

Otros antecedentes muestran bajo el mismo diseño experimental que la leche obtenida de cabras en lactancia tardía no tuvo efecto sobre la cantidad de leche ni sobre el contenido de grasa en leche. Sin embargo, el contenido de proteína fue menor en los animales estresados por calor (Hamzaoui *et al.* 2013). El estrés por calor puede afectar la composición de la leche a través de una reducción del contenido de grasa y proteína. Durante el estrés por calor también se dan lugar a otros fenómenos fisiológicos como el desequilibrio mineral en plasma, se ven disminuidas las concentraciones de iones como sodio, potasio, calcio y fósforo y aumentada la concentración en cloruro (Caroprese *et al.* 2011).

El fenómeno de estrés por calor en producción lechera ha sido muy estudiado en cabras y otros rumiantes. Al día de hoy existe información limitada sobre el impacto del stress térmico por frío en cabras lecheras y su posible efecto en la aptitud a la coagulación de la leche obtenida bajo esta condición.

Según los datos aportados por el ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente la estadística anual láctea muestra que la leche de cabra se transforma mayoritariamente en queso, y donde, del total de la producción, alrededor de un 10% (34300 Tn/año) es consumido como queso de cabra puro. El porcentaje restante de la producción se deriva a queso mezcla dos y tres leches y a otros subproductos (MAGRAMA, 2014).

La coagulación es sin lugar a dudas la etapa más importante en la tecnología de elaboración de quesos. En esta etapa es donde se retienen los sólidos de la leche, separándolos del componente acuoso (suero) de ésta. Hay muchos métodos conocidos para medir y controlar la actividad de coagulación en leche como el método de Berridge por ejemplo que es método oficial IDF Standard 157: 2007/ISO 11815 y alternativo a éste y de gran aplicación se muestra un método óptico de retrodispersión de luz infrarroja a 880 nm que puede seguir los cambios durante la coagulación de la leche (Tabayehnejad *et al.* 2012).

Las propiedades de coagulación de la leche se pueden medir como propiedades mecánicas como es el caso del FORMAGRAPH o bien como propiedades ópticas que se miden en el infrarrojo cercano como lo es el OPTIGRAPH. Estos métodos difieren en sensibilidad así lo demostró Cipolat-Gotet (2012) mostrando que las propiedades de coagulación de la leche usando el OPTIGRAPH diferían ampliamente de los resultados obtenidos con el FORMAGRAPH.

El objetivo del presente trabajo es estudiar si el tratamiento de estrés térmico por frío afecta a los parámetros de coagulación (tiempo, velocidad, firmeza) y dureza de textura de la cuajada de la leche de la cabra Murciano Granadina obtenida bajo estas condiciones.

2. MATERIALES Y METODOS

Las condiciones de prácticas y cuidados están de acuerdo a los procedimientos establecidos por el comité ético de experimentación humana y animal de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y a los códigos de recomendación para el bienestar animal en granja del Ministerio de Agricultura, Alimentos y Medio Ambiente de España (Madrid).

Los animales seleccionados para este ensayo fueron ocho cabras lecheras de raza Murciano-Granadina elegidas del rebaño de la granja experimental de la UAB donde se realizó el diseño experimental de un crossover con dos tratamientos en dos periodos (21 d cada uno) con 4 cabras en cada grupo. Hubo un periodo de adaptación de 14 días a la caja metabólica y a la dieta previo al tratamiento.

Las condiciones climáticas fueron para el grupo 1 termo neutrales (TN) de 15 a 20 °C y para el grupo 2 estrés por frío (CS) temperatura en un rango de -4 a 8 °C las 24 h en ambos periodos.

Durante el periodo experimental las cabras (TN) se mantuvieron en establo a un rango de temperatura de 15 a 20 °C con la ayuda de un sistema de calefacción eléctrica. Las cabras estresadas (CS) se mantuvieron en una cámara climática de 4 x 6 x 2.3-m (Euroshield; ETS Lindgren-Euroshield Oy, Eura, Finland) provisto de control de temperatura y humedad (Carel Controls Iberica, S.L., Barcelona, España).

Para la finalización del periodo 1 las cabras se cambiaron de tratamiento cruzando los grupos (*crossover*) de termo neutralidad a estrés y viceversa. En cuanto a la alimentación de los animales se le proveyó de una única ración suministrada dos veces al día en mañana y tarde conforme se realizaba con la actividad del ordeño con la misma frecuencia (con la salvedad de que los fines de semana solo se ordeño 1 vez/día)

De las muestras tomadas y analizadas (200 ml/animal) en propiedades de coagulación y textura el mismo día de la toma y con una frecuencia de dos veces por semana durante el periodo experimental.

2.1 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE COAGULACIÓN

Las propiedades de coagulación tales como tiempo de coagulación (RCT), velocidad de agregación de la cuajada (RCF) y la firmeza en 45 min (CF), fueron evaluados por triplicado con el sistema Optigraph (Ysebaert Inc., Frepillon, France). El dispositivo utiliza para la lectura una luz en el infrarrojo donde un sensor al otro lado de la muestra detecta la luz absorbida a medida que se coagula la muestra de leche. La lectura de cambios se analiza en tiempo real por un equipo que los convierte en datos directamente utilizables (Zamora, 2007). Tras colocar las muestras de leche (10 ml) en cada una de las 10 cubetas se realizó una calibración inicial y donde una vez preparado el equipo se adicionaron 30 μ l del coagulante (Laboratorios Arroyo, actividad coagulante declarada 1/10.000, dilución 1+9) la actividad de coagulación se realizó a 33 °C controlados por el equipo.

2.2 CONTROL DE LA TEXTURA DEL COAGULO

Paralelamente a la prueba de coagulación por Optigraph se llevó a cabo un control en ensayo de compresión uniaxial con equipo analizador de textura TA-XT2 (Stable Micro Systems, Surrey UK). 30 ml de leche por cada una de las muestras fueron separadas y preparadas en tubos colectores plásticos de 100 ml donde se les agregaba el coagulante (100 μ l coagulante dilución 1+9) al mismo tiempo que iniciaba el ensayo por equipo y se colocaban a baño térmico a 33 °C durante 45 min. Una vez finalizado dicho periodo de tiempo se controlaba la textura por penetración de 30 mm en el coagulo con sonda de 10 mm de diámetro y con una velocidad de penetración 5 mm/s. Según el parámetro medido de dureza (como medida de dureza del gel) se obtuvo el punto de fractura para cada una de las muestras.

2.3 PRUEBA DE RENDIMIENTO TEÓRICO

Una vez realizada la prueba de textura del coagulo se realizó el ensayo de control de rendimiento quesero teórico donde a cada muestra de leche coagulada (30 ml por cada una) se rompió el coagulo y se centrifugó a 2500g (Sigma Laboratory – modelo 4K 15), a 20 °C durante 15 minutos. Escurrimos el suero sobrenadante y por diferencia de peso con el total obtenemos el dato del peso en solidos de la leche como gramos de cuajada retenida por 100 gramos de leche. Los resultados fueron obtenidos según la fórmula:

$$\frac{\text{peso escurrido} - \text{peso colector}}{\text{peso neto} - \text{peso colector}} * 100$$

2.4 PRUEBA ELABORACIÓN DE QUESO A ESCALA LABORATORIO

Se elaboró queso a escala laboratorio con un total de 4 litros de leche de cabra. Se separó la leche de condición termo neutra (2 L) de la estresada (2 L) y se pasteurizó a 65 °C durante 30 minutos en equipo de baño térmico luego se procedió a enfriarla hasta 36 °C donde se agregó 1% de un cultivo activo *Lactococcus lactis* subsp *lactis*; *Lactococcus lactis* subsp *cremoris* (Choosit MA 11 LyO 50 DCU). Junto al fermento se añadió cloruro cálcico de 35% comercial (laboratorios Arroyo) a razón de 0,2 ml por cada 2 L de leche. Se adicionó coagulante en relación de 0,4 ml/ 2 L leche cuyo poder coagulante declarado 1/10.000 de origen bovino con una relación 70% quimosina 30% pepsina. Una vez logrado el punto de corte deseado se procedió a cortar y trabajar la cuajada cortándola en cubos aproximados de 2 x 2 cm. Luego el moldeo en moldes plásticos perforados con lienzo se preno a razón de 1 kg/cm² durante la primera media hora luego se realizó el volteo y continuó prensando por una hora más.

Por último, se procedió al salado en salmuera ($\delta=1,143$ g/cm³; 190 g/L; pH 5.3) 30 min y depósito de los mismos para oreo y maduración en cámara frigorífica de 12 °C promedio y humedad relativa 85%.

2.5 PRUEBA SENSORIAL

Sobre los quesos elaborados (queso control y queso estrés) después de 21 días de maduración se llevó a cabo una prueba de análisis sensorial con 8 catadores (jueces) que consumen periódicamente queso de cabra. Las muestras de queso se presentaron sin corteza y rotuladas con código de tres dígitos y en forma de barras a temperatura ambiente. Los atributos sensoriales evaluados fueron: sabor (amargo, salado, acidez láctica e intensidad de aroma), textura (friabilidad e untuosidad y elasticidad) comparando con un control en una escala no estructurada para cada parámetro. Además, se indagó sobre el orden de preferencia de las muestras.

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados mediante PROC MIXED para medidas repetidas en el programa Statistical Analysis Software - SAS versión 9.1.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC). El modelo estadístico mixto contenía el efecto fijo de los tratamientos (CS vs TN), día y periodo y el efecto aleatorio de: animales, interacción tratamiento por día y tratamiento por periodo, además del error residual.

Sobre un total de 8 cabras, solo 6 quedaron en estudio ya que dos tuvieron que ser apartadas del análisis estadístico por razones que aún se investigan, éstas no daban buena aptitud a la coagulación distorsionando así los posibles efectos del tratamiento en estudio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PROPIEDADES DE COAGULACIÓN Y RENDIMIENTO QUESERO TEÓRICO

Como podemos observar la leche obtenida de animales bajo tratamiento de estrés por frío presenta un menor tiempo de coagulación (RCT) En la tabla 1 y tabla 2 se muestran los resultados medios para los parámetros de coagulación obtenidos para ambos grupos termo neutro (TN) y estrés por frío (CS).

Tabla 1. Media (y error estándar) calculado para los parámetros de coagulación en función del tiempo, velocidad y firmeza de la cuajada.

variables	Medias		ES	P-valor		
	TN	CS		tratamiento	periodo	trt*period
RCT	18,8	13,4	1,47	0,03	<0,0001	0,13
RCA	0,84	1,40	0,16	<0,0001	0,57	0,48
Firmeza	10,6	16,7	2,31	0,0002	0,10	0,75
Rendimiento Teórico	0,31	0,34	0,02	0,19	<0,0001	0,88
Textura	0,13	0,16	0,01	0,0001	<0,0001	0,97

Tiempo de coagulación (RCT); Velocidad de agregación (RCA); Termo neutral (TN); Estrés por frío (CS); Error estándar (ES)

Por otro lado, la velocidad de agregación, la firmeza del coagulo y la textura obtenidas presentan una media más alta para las leches provenientes del grupo estresado y en cualquiera de los casos el p-valor obtenido muestra diferencias significativas en el tratamiento.

Tabla 2. Valores medios y error estándar en los grupos TN y CS para las propiedades de coagulación en función del tiempo.

		día 1		día 4		día 8		día 13		día 18	
RCT	TN	21.3	+/- 3.02	19.5	+/- 2.42	18.5	+/- 2.06	15.5	+/- 0.92	18.5	+/- 1.66
	CS	14.8	+/- 1.04	14.0	+/- 1.75	17.7	+/- 2.08	16.3	+/- 1.77	18.0	+/- 1.85
RCA	TN	0.57	+/- 0.13	0.81	+/- 0.16	0.81	+/- 0.15	0.81	+/- 0.15	0.89	+/- 0.17
	CS	1.18	+/- 0.19	1.30	+/- 0.18	1.19	+/- 0.19	1.31	+/- 0.21	1.23	+/- 0.24
Firmeza	TN	7.86	+/- 1.37	10.2	+/- 2.86	9.9	+/- 2.15	9.06	+/- 2.43	11.0	+/- 2.71
	CS	14.0	+/- 2.47	14.2	+/- 2.43	14.3	+/- 2.7	15.8	+/- 3.12	13.4	+/- 2.07
Dureza	TN	0.03	+/- 0.01	0.13	+/- 0.01	0.12	+/- 0.01	0.13	+/- 0.01	0.14	+/- 0.01
	CS	0.13	+/- 0.01	0.13	+/- 0.01	0.15	+/- 0.01	0.14	+/- 0.01	0.16	+/- 0.01

Tiempo de coagulación (RCT); Velocidad de agregación (RCA); Termo neutral (TN); Estrés por frío (CS)

En oposición a lo observado por Abdelgawad *et al.* (2012) en leches provenientes de cabras estresadas por calor en nuestro estudio hay un comportamiento en firmeza y textura de la cuajada que reporta valores que podrían tener un impacto positivo en lo que hace a proceso y control de elaboración de quesos.

Así mismo el tiempo de coagulación para este grupo fue menor debido al aumento en la velocidad de agregación esto podría deberse a que la leche sintetizada por animales bajo condiciones de estrés presenta (con respecto al grupo control) mayores componentes sólidos debido al menor volumen de leche sintetizada. Las vías metabólicas que nos llevan a este fenómeno no están del todo claras aún.

Los valores medios de leche producida por animal por tratamiento se muestran en la tabla 3, donde observamos una media inferior para el grupo estrés por frío y donde la diferencia marcada por el tratamiento es significativa.

Tabla 3. Valores medios para los grupos TN y CS en rendimiento lechero

	Tratamiento			Efecto (P-valor)				
	TN	CS	ES	Tratamiento	Periodo	T X P	T x T	Tiempo
Rendimiento	1,87	1,71	0,07	<0,0001	<0,0001	0,31	0,94	<0,0001

Coloma García (2016)

Aunque hemos encontrado aumentos en niveles de grasa, proteína y lactosa (figura 1) para el grupo estresado con respecto al control, ambos grupos están dentro del intervalo de resultados equivalentes al promedio de toda la lactancia observado por ACRIMUR (2009) para cabra Murciano Granadina. Estos resultados son opuestos a los encontrados por Salama *et al.* (2013), donde cabras en etapa de lactación temprana bajo estrés calórico reportaron pérdidas en componentes de la leche y rendimiento acompañados de cambios en la regulación génica de la glándula mamaria.

Un antecedente que discrepa con el anterior Hamzaoui *et al.* (2012) reportó que la leche de cabras lecheras en etapa de lactación tardía sometidas a estrés por calor no variaba en sólidos totales y grasa, coincidiendo con los resultados obtenidos en nuestro estudio de estrés por frío.

Es por ello que en nuestra investigación vemos un efecto positivo en valores de firmeza, textura y tiempo de coagulación. Esto es consecuencia de tener niveles más altos de proteína que se traduce en una mejora en la formación del coagulo ya que tendrá una mejor posibilidad para conformar la red proteica mucho más densa en el coagulo donde quedarán mejor retenidos el resto de los componentes deseables al proceso de elaboración de queso como lo son la materia grasa y la lactosa, además de mejorar la sinéresis de la cuajada. Estos factores también fueron descritos por Calvo y Balcones (2000) y por Park *et al.* (2007).

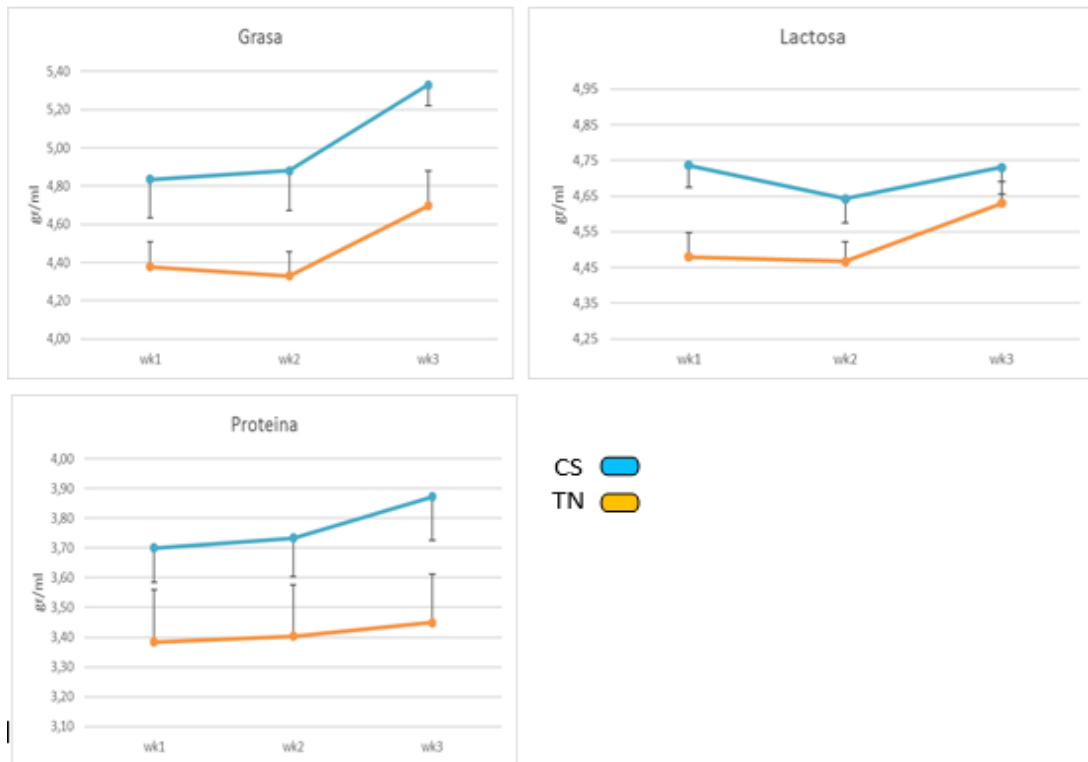


Figura 1. Valores medios en niveles de grasa, proteína y lactosa (mg/ml) en función del tiempo. A partir de Coloma García (2016)

En cuanto al rendimiento quesero teórico mediante la prueba de elaboración a escala obtuvimos 1 pieza de 238 g para leche control y 215 g para leche estrés. Con estos valores obtendríamos un rendimiento quesero entre el 11 – 12% aproximadamente. Según los valores observados en la tabla 1. La media obtenida para rendimiento quesero teórico en leches bajo estrés parece ser un poco más alta que la del grupo control, pero no alcanzan a mostrar una diferencia significativa entre los grupos de estudio.

De las correlaciones encontradas entre los parámetros de firmeza y dureza de la textura podemos decir que el índice de correlación en estrés por frío es más bajo que para la condición de termo neutralidad siendo estos de 0,6115 en TN y 0,4443 en CS

Debido a la variabilidad de los métodos las correlaciones son razonablemente buenas teniendo en cuenta que una variable es por cambios en propiedades ópticas (CF) y la otra por cambios en propiedades mecánicas (dureza textura) además la amplia variabilidad de los métodos (dureza de textura) también afecta a la hora de correlacionar ambos parámetros.

3.2 PRUEBA SENSORIAL:

Los resultados observados en la prueba sensorial (queso control y queso estrés) no se muestran diferencias significativas para los resultados obtenidos entre los diferentes atributos evaluados tanto en textura como en sabor. De los atributos de textura el queso elaborado con leche proveniente de animales bajo estrés por frío se comportó de manera similar al queso elaborado con leche obtenida bajo condiciones normales. En cuanto a los atributos de sabor podemos observar una pequeña tendencia a mayor desarrollo de la intensidad aromática en los quesos elaborados con leche proveniente de animales bajo estrés por frío, aunque esta diferencia no es significativa (figura 2). En general, tampoco se muestra una tendencia clara sobre el orden de preferencia de las muestras (datos no mostrados).

No se han encontrado estudios publicados sobre evaluaciones sensoriales en quesos elaborados a partir de leches obtenidas bajo condiciones de estrés por frío y su posible efecto sobre atributos sensoriales de estos.

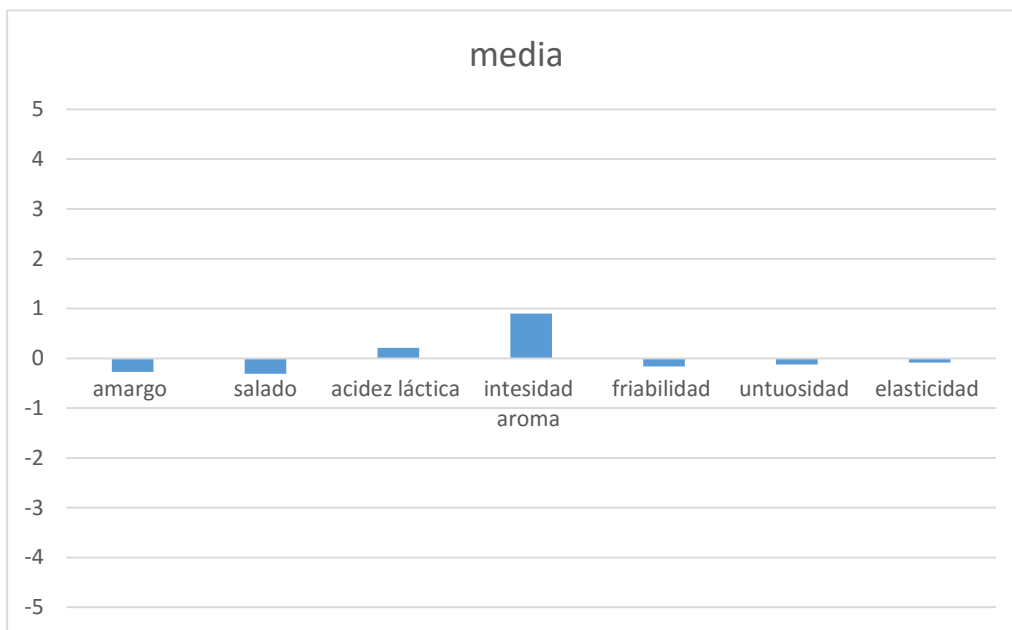


Figura 2. Valores medios de los atributos de calidad evaluados en queso estrés

4. CONCLUSIONES

En animales que se encuentran en condiciones de estrés por frío se produce un volumen menor de leche. Esta leche con mayor contenido sólido da un aumento en la velocidad de coagulación como en la velocidad de agregación de la cuajada además se obtienen mejores valores en firmeza. Sin embargo, no se detectaron diferencias en textura y sabor a la hora de la prueba sensorial de los quesos elaborados con leche obtenida bajo estas condiciones.

Desde el punto de vista de la tecnología de elaboración de quesos la leche de los animales que se encuentran bajo la condición de estrés por frío no presentaría condiciones adversas en su aptitud a la coagulación.

Es necesario profundizar el estudio en los efectos del estrés por frío en cabras lecheras y sus posibles efectos sobre las propiedades de aptitud tecnológica de la leche así obtenida.

5. BIBLIOGRAFIA

ACRIMUR 2009. La cabra Murciano Granadina / producciones, disponible en:
<http://www.acrimur.es>

FAO.org abril 2013. Producción lechera y productos lácteos. Disponible en:
<http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion-lechera/es/#.V0lrXZGLTIU>

FAO.org 7 de enero 2015. La leche en cifras. Disponible en:
<http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/273897/>

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2014. Estadísticas agrarias.
Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/cuadro_b_2014_tcm7-405076.pdf

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2014. Caracterización sector ovino y caprino España. Disponible en:
http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/caracterizaciondelsectorovinoycaprinoenespana2014_def_tcm7-411855.pdf.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2010. Plan de acción leche de cabra. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/ovino-caprino/leche-de-oveja-y-cabra/>

Battini, M., Barbieri, S., Fioni, L., & Mattiello, S. (2015). Feasibility and validity of animal-based indicators for on-farm welfare assessment of thermal stress in dairy goats. *International journal of biometeorology*, 64:1-8

Bøe, K. E., & Ehrlenbruch, R. (2013). Thermoregulatory behavior of dairy goats at low temperatures and the use of outdoor yards. *Canadian Journal of Animal Science*, 93(1), 35-41.

Calvo, M. M., & Balcones, E. (2000). Some factors influencing the syneresis of bovine, ovine, and caprine milks. *Journal of Dairy science*, 83(8), 1733-1739.

Caroprese, M., Albenzio, M., Bruno, A., Fedele, V., Santillo, A., & Sevi, A. (2011). Effect of solar radiation and flaxseed supplementation on milk production and fatty acid profile of lactating ewes under high ambient temperature. *Journal of dairy science*, 94(8), 3856-3867.

Cipolat-Gotet, C., Cecchinato, A., De Marchi, M., Penasa, M., & Bittante, G. (2012). Comparison between mechanical and near-infrared methods for assessing coagulation properties of bovine milk. *Journal of dairy science*, 95(11), 6806-6819.

Claeys, W. L., Verraes, C., Cardoen, S., De Block, J., Huyghebaert, A., Raes, K. & Herman, L. (2014). Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control*, 42, 188-201.

Coloma Garcia, W., (2016). Indicadores en estrés por frío en cabras lecheras en etapas de lactación tardía. Comunicación personal

Hamzaoui, S., Salama, A. A. K., Albanell, E., Such, X., & Caja, G. (2013). Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. *Journal of dairy science*, 96(10), 6355-6365.

IDF 2007. Determination of the total milk clotting activity of bovine rennets.

Brussels, Belgium: *International IDF Standard 157*.

Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., & Haenlein, G. F. W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small ruminant research*, 68(1), 88-113.

Ramón, M., Díaz, C., Pérez-Guzman, M. D., & Carabaño, M. J. (2016). Effect of exposure to adverse climatic conditions on production in Manchega dairy sheep. *Journal of dairy science*, 99, 1–16.

Salama, A. A. K., Caja, G., Hamzaoui, S., Badaoui, B., Castro-Costa, A., Facanha, D. A. E., & Bozzi, R. (2014). Different levels of response to heat stress in dairy goats. *Small Ruminant Research*, 121(1), 73-79.

Salvador, A., & Martínez, G. (2007). Factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra: *Revisión bibliográfica*. *Rev. Fac. Cs. Vets*, 48(2), 61-76.

Tabayehnejad, N., Castillo, M., & Payne, F. A. (2012). Comparison of total milk-clotting activity measurement precision using the Berridge clotting time method and a proposed optical method. *Journal of Food Engineering*, 108(4), 549-556.

Zamora, A., Ferragut, V., Jaramillo, P. D., Guamis, B., & Trujillo, A. J. (2007). Effects of ultra-high pressure homogenization on the cheese-making properties of milk. *Journal of Dairy Science*, 90(1), 13-23.

