



Propiedades Físicas de la Leche de Cabra

Por: QUILES, A. y HEVIA, M.L*.

La leche de cabra ofrece una serie de características físicas, algunas de las cuales como la densidad o el punto de congelación tienen gran interés porque permiten detectar fraudes en la leche, mientras que hay otras que son de sumo interés desde el punto de vista de la transformación industrial como la viscosidad o la tensión superficial.

Algunas de las propiedades físicas -densidad, tensión superficial o calor específico- están en función de todos los componentes que forman parte de la leche; otras como el índice de refracción y el punto de congelación depende de las sustancias disueltas y, finalmente, hay otras que sólo dependen de los iones (pH, conductibilidad) o de los elec-

trones (potencial Redox).

Ello trae como consecuencia que los datos encontrados en la literatura especializada sean más o menos variables ya que dependen de las proporciones relativas de cada una las sustancias que influyen sobre las propiedades consideradas.

ACIDEZ.

La acidez de valoración es la suma de cuatro reacciones, las tres primeras forman la denominada "acidez natural" y la cuarta la "acidez desarrollada".

La acidez natural es debido en primer lugar a las caseínas (2/5 de la acidez natural), en segundo lugar a los minerales y a los ácidos orgánicos (2/5 de la acidez natural) y, por último, a las reacciones secundarias de los fosfatos (1/5 de la acidez natural).

Por su parte, la acidez desarrollada es consecuencia del ácido láctico y de otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa.

Por norma general la acidez se expresa en grados Dornic ($^{\circ}\text{D}$) ($1^{\circ}\text{D} = 0,1$ mg de ácido láctico en un litro de leche).

En el momento del ordeño la acidez de la leche de cabra suele oscilar entre 14 y 16 $^{\circ}\text{D}$. Concretamente, VOUTSINAS y cols. (1990) determinaron una acidez media en la raza Alpina de 16,7 $^{\circ}\text{D}$.

La acidez está en función de la curva de lactación, toda vez que las caseínas, sales minerales e iones, varían en las distintas fases de la lactación. De tal manera que en la última fase de lactación, la acidez puede oscilar entre 16-18 $^{\circ}\text{D}$, debido principalmente a la mayor riqueza en caseínas.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.

El paso de la corriente eléctrica a través de la leche está disminuido, principalmente, por la presencia de electrolitos minerales (cloruros, fosfatos y citratos) y, en menor medida, por los iones coloidales.

La conductividad varía con la temperatura de la leche, normalmente se suele medir a 25 $^{\circ}\text{C}$ y se expresa en mhos/cm (-1). SHARMA y ROY (1977) determinaron la existencia de una correlación lineal entre temperatura (5 a 70 $^{\circ}\text{C}$) y conductividad eléctrica en la raza Beetal, cuya media de sólidos totales era de 13.1%. A 25 $^{\circ}\text{C}$ la conductividad era de 62×10^{-4} mhos/cm (-1). Cifra similar a la obtenida por EL-ALAMY y MOHAMED (1978) a esa misma temperatura (52×10^{-4} mhos/cm (-1)).

(*) Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia.

Colaboraciones técnicas

Como valores medios la conductividad en la leche de cabra según los autores suele oscilar entre 43×10^{-4} y 139×10^{-4} mhos/cm (-1).

Por su parte, PURI y cols. (1963) demostraron la existencia de una correlación positiva entre conductividad y concentración de cloruros, cuyos valores son más elevados en leche de cabra que de vaca; de ahí la mayor conductividad de la primera frente a la segunda.

La conductividad eléctrica se puede ver afectada por una serie de factores tales como el aguado de la leche, una mayor acidez o, bien, por alteraciones patológicas de la leche. En este sentido, se ha observado una correlación positiva entre el recuento de células somáticas y la conductividad.

DENSIDAD (o peso específico).

La densidad es el peso de la unidad de volumen a una determinada temperatura.

La densidad láctea varía en función de la cantidad de sólidos no grasos y de la proporción de grasa. En el primer caso, la variación es proporcional, mientras que en el segundo caso, al tener la grasa una densidad menor a 1 -concretamente 0.930-, la densidad global varía de forma inversa al contenido graso.

La densidad de la leche de cabra medida a 20 °C oscila entre 1.026 y 1.042

g/ml. Siendo varios los factores que pueden influir en la misma, tales como la temperatura -correlación positiva-, la raza, la fase de la curva de lactación, época del año, etc.

ÍNDICES ANALÍTICOS.

La leche de cabra se caracteriza por los siguientes índices analíticos, los cuales se determinan fácilmente y sirven para detectar fraudes:

- Índice de Reichert, Meissl, Volny (ácidos grasos volátiles), de 19 a 25.

- Índice de Polensky (ácidos grasos volátiles insolubles), de 5 a 10. Concretamente, en la raza Murciano-Granadina oscila entre 6,6 y 8,0 (JUAREZ y RAMOS, 1986).



- Índice de iodo (ácidos grasos insaturados), de 16,6 a 33,7.

- Índice de saponificación (longitud de la cadena), de 232 a 240.

- Índice de refracción (insaturación), de 1,3454 a 1,4548.



- Índice de refracción en el oleorrefractómetro, de -30 a -38°.

PH.

La acidez natural de la leche o su concentración en iones hidrógeno se expresa con el símbolo de pH, que por definición es el logaritmo de la inversa de la concentración de iones hidrógeno. Del pH depende fundamentalmente la estabilidad de las caseínas.

Generalmente, la leche tiene una re-

acción iónica próxima a la neutralidad; concretamente, la leche de cabra tiene una reacción ligeramente ácida, con un pH que oscila entre 6,3 a 6,8 (ver Cuadro 1).

El pH suele variar en función de la fase de lactación, de la alimentación y con la raza. También hemos de tener en cuenta que el pH puede variar con las burbujas de gas carbónico desprendido después del ordeño, durante la refrigeración o durante el transporte de la leche.

El pH calostral es ligeramente inferior debido a su mayor contenido en proteínas.

Cuadro 1.- pH de la leche de cabra (varios autores).

PAÍS	pH	AUTOR
Bulgaria	6,45-6,60	VEINOGLOU y cols. (1982)
Gran Bretaña	6,52-6,78	STORRY y cols. (1983)
Italia	6,61	CASTAGNETTI y cols. (1984)
Arabia Saudita	6,46-6,66	SAWAYA y cols. (1984)
Francia	6,78	GRANDPIERRE y cols. (1988)
España	6,33-6,61	MARTIN-HERNADEZ y cols. (1988)
Italia	6,71	REMEUF y cols. (1989)
Egipto	6,65-6,57	EL-DEEB y HASSAN (1990)
Irlanda del Norte	6,63	ESPIE y MULLAN (1990)
Grecia	6,57	VOUTSINAS y cols. (1990)



PUNTO DE CONGELACIÓN.

Es una de las propiedades físicas más constantes de la leche, utilizándose su determinación para revelar posibles fraudes por aguado ya que el agua eleva el punto de congelación hacia los 0° C.

La leche congela por debajo de los 0° C, siendo el punto de congelación de la leche de cabra de -0,580° C, ligeramente más bajo que el de vaca (-0,555° C), valor similar al del suero sanguíneo. Esta diferencia entre ambas leches, vendría explicada, por el menor contenido en lactosa y mayor concentración de iones, particularmente de cloro, en la leche de cabra.

La medición de este parámetro se debería realizar sobre leches de cabra frescas y no acidificadas porque la fermentación láctica rebaja el punto de congelación.

TENSIÓN SUPERFICIAL.

La tensión superficial de la leche es la fuerza física que por causa de la

cohesión de las moléculas forma en su capa superior una película dotada de cierta consistencia que sirve para separarla del medio exterior.

En relación al agua pura, la leche presenta una tensión superficial menor, debido al contenido de sustancias orgánicas. Siendo las principales sustancias tensoactivas las caseínas y la sigma proteosa, por el contrario, la materia grasa desempeña un escaso papel.

La tensión superficial tiene gran influencia desde el punto de vista industrial ya que contribuye a explicar dos fenómenos importantes como son: la formación de espuma y la separación de la nata.

Este parámetro se mide, normalmente, en dinas/cm.

Para la leche de cabra la tensión superficial medida a 20° C por el anillo de Nüoy es de 52 dinas/cm para la leche entera y 55,9 dinas/cm para la desnatada.

Uno de los factores que más influye en su variación es la temperatura, de

tal manera que a medida que ésta aumenta la tensión superficial disminuye.

VISCOSIDAD.

La viscosidad es la resultante del frotamiento de las moléculas y se traduce en la resistencia más o menos grande de los líquidos a fluir. Va a depender, fundamentalmente, de la materia grasa en estado globular y de las macromoléculas proteicas.

Esta característica va a influir notablemente en el aspecto comercial de la leche. Generalmente el consumidor de leche de cabra prefiere que ésta tenga

gran viscosidad, ya que relaciona dicha cualidad con una mayor concentración de los componentes de la leche, y, por tanto, es una leche que ha sufrido menos fraude (menos aguado).

Se expresa en centipoises (cP). (1 poise = 1 dina/cm²).

La viscosidad disminuye con el aumento de la temperatura, al igual que la tensión superficial, pero en este caso de una forma más acusada (ver Cuadro 2)

Otro de los factores que influye en la viscosidad láctea es el pH, aumentando la misma cuando el pH desciende por debajo de 6,0.

Por su parte, BORA y cols. (1989) comprobaron como el proceso de pasterización altera la viscosidad de la leche de cabra, y así para la leche cruda, leche pasterizada a 63-65 durante 30 minutos (LTLT) y leche pasterizada a 71,5-72 durante 15 segundos (HTST), obtuvieron unos resultados de 1,83; 1,983 y 2,059 cP, respectivamente.

Para la determinación de este parámetro se pueden emplear los viscosímetros de rotación y de cilindros coaxiales (tipo Couette o Brookfield).

Cuadro 2.- Variación de la viscosidad de la leche de cabra en función de la temperatura.

TEMPERATURA	TEMPERATURA
30° C	1,186 (1,101-1,278)
27° C	1,340 (1,288-1,585)

(*) Valores medios expresados en cP.

Fuente: PURI y cols. (1963).