

DETERMINACION DE PARAMETROS REOLOGICOS DE QUESOS UNTABLES COMERCIALES DE CABRA EN LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO

Frau, S.¹; Pece, N.¹, Font, G.²

(1) Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICyTA). Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912. Sgo. del Estero. Argentina.

ffrau@unse.edu.ar.; norapece@unse.edu.ar

(2) CERELA-CONICET. Chacabuco 145 San Miguel de Tucumán.

1. RESUMEN

La reología permite conocer las características de textura y cuerpo de los quesos, propiedades afectadas por parámetros como las técnicas de procesamiento utilizadas. Los quesos untables se elaboran realizando coagulación mixta, lo que le confiere características especiales a su estructura, diferentes a las observadas en quesos obtenidos por coagulación enzimática.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar reológicamente quesos untables comerciales de cabra. Este estudio se realizó analizando quesos elaborados en un establecimiento caprino de la provincia de Santiago del Estero, empleando reómetro TA Instruments AR1000. Mediante mediciones reológicas se determinó el Yield Point, módulo de almacenamiento G' , Módulo de pérdida G'' , $\tan(\delta)$ y la viscosidad compleja (η^*).

Los análisis mostraron un comportamiento tipo gel ($G' > G''$) en el rango de frecuencias estudiado. Los quesos elaborados con coagulación enzimática muestran disminución de G' y G'' y aumento de $\tan(\delta)$ con el aumento de frecuencia, efecto opuesto al observado en este estudio en quesos con coagulación mixta. El análisis de la viscosidad compleja muestra disminución de este parámetro en el barrido de frecuencia. En el análisis de Yield Point, el valor observado (501 Pa) es muy inferior a lo reportado por otros autores para diferentes tipos de quesos untables comerciales de vaca.

2. INTRODUCCION

Uno de los desafíos más importantes que afrontan actualmente los productores de alimentos es evaluar la textura de sus productos ya que este parámetro es un criterio de valoración de frescura y calidad muy importante para los consumidores. Se define a la Reología como la ciencia que estudia la deformación y flujo de los materiales; en los estudios reológicos se observa la respuesta a un estrés o deformación aplicados. Entender la reología de los alimentos es fundamental para optimizar el desarrollo, procesamiento y calidad de un producto.

Las propiedades reológicas del queso son aquellas que determinan la respuesta a una deformación o stress (por ejemplo compresión o corte) que se aplican durante el procesado y consumición del producto. Estas propiedades incluyen características intrínsecas –como elasticidad, viscosidad y viscoelasticidad- que están relacionadas a la

composición, estructura y fuerza de las interacciones entre los elemento estructurales del queso. Las características reológicas están determinadas por la aplicación de una stress o deformación definidos a una muestra de queso bajo condiciones experimentales establecidas (Fox et al., 2000).

Los quesos untables se elaboran realizando una coagulación mixta (ácida y enzimática); difieren de aquellos de coagulación enzimática en que la coagulación ocurre en valores de pH cercanos al punto isoeléctrico de la caseína y los responsables de la coagulación son, por un lado, el aumento de la acidez y por otro, pequeñas cantidades de cuajo que pueden ser añadidas. La textura es diferente en ambos casos, ya que la estructura interna de gel que se forma es distinta (Guinee, T., 1993).

El queso posee una estructura heterogénea con muchos de sus constituyentes presentes como una matriz sólida (paracaseína), algunos como una fase líquida y otros, como la grasa, en estado sólido o líquido, en función de la tecnología utilizada y la temperatura a la que se encuentre (Pierre, Michel, Le Graet, y Berrier, 1999). La caracterización reológica de los quesos es importante ya que permite determinar el cuerpo y la textura característicos y para establecer como estos parámetros son afectados por la composición, técnicas de proceso y condiciones de almacenamiento (Konstance y Holsinger, 1992). La medida instrumental de la textura en los alimentos está basada en las propiedades reológicas de los alimentos. Los métodos dinámicos se usan para definir la naturaleza elástica y viscosa del queso. Esta información es útil para caracterizar y diferenciar las variedades de quesos (Tunick et al., 1990). Estos métodos se implementan dentro de la región de viscoelasticidad lineal del material, por lo que se considera que estos no destruyen la estructura básica del material (Gunasekaran y Ak, 2000).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar reológicamente quesos untables comerciales de cabra para obtener información objetiva y cuantificable que contribuya a su tipificación.. La importancia de este trabajo se basa en la aplicación novedosa de las técnicas reológicas para la caracterización de quesos caprinos, particularmente untables, que hasta el momento no se han reportado en la bibliografía.

3. MATERIALES Y METODOS

Muestras

Se estudió el comportamiento reológico en quesos untables comerciales de cabra producidos en un establecimiento lácteo de Santiago del Estero. Los quesos se elaboran utilizando como materia prima leche proveniente de la cuenca lechera caprina de la provincia, para su elaboración se emplean fermentos lácticos comerciales y se lleva a cabo una fermentación mixta.

Los quesos fueron muestreados luego de una semana de almacenamiento en cámara refrigerada y fueron mantenidos en su empaque original a 4°C. hasta su estudio.

Para las pruebas reológicas se extrajeron porciones de la zona media, se homogeneizó manualmente y se mantuvo a 20° C en recipiente cerrado durante 30 minutos antes de realizar el análisis. Para el estudio se tomaron tres quesos untables representativos del lote de elaboración una vez por mes durante tres meses.

Equipamiento y mediciones

Se empleo un reómetro T. A. Instruments AR1000, con una geometría de platos paralelos de 40 mm. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Mediciones reológicas dinámicas: Los módulos de almacenamiento (G'), de pérdida (G''), $\tan(\delta)$ se determinaron mediante ensayos dinámicos dentro de la zona lineal viscoelástica. El barrido de frecuencia se realizo entre 1 y 100 Hz, con un porcentaje de deformación (% strain) de 0,15.

Mediciones reológicas rotacionales: La viscosidad aparente (η^*) se determinó mediante un ensayo de flujo estacionario, en un rango de velocidad de corte entre 5 y 200 s^{-1} .

Determinación del Yield Point: un reómetro de stress controlado permite controlar el esfuerzo que se aplica a la muestra; de esta manera se incrementó gradualmente el stress en el material y se midió la deformación.

Las curvas correspondientes a cada una de las variables se realizaron utilizando el software del reómetro T. A. Instruments AR1000. Los valores promedios de cada un o de los lotes analizados se realizaron utilizando el programa EXCELL.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para este estudio se usó un reómetro de stress y deformación controlados. En el caso de alimentos semisólidos la cantidad de información disponible a partir de un instrumento de este tipo puede ser limitada debido a la tendencia de estos fluidos de formar una fractura plana en el gap de medida. Otro problema existe también en las sustancias tixotrópicas, donde el acercamiento al gap definido puede ocasionar daños a la muestra. (Daniels and Bellver, 2002). El último problema puede solucionarse de manera computarizada acercándose al gap gradualmente durante un período de tiempo, a baja velocidad.

En la Figura 1 se muestran los valores de módulo de almacenamiento (G') y módulo de pérdida (G'') de las muestras en estudio, el análisis estadístico determinó que no existen diferencias significativas entre las medias de los parámetros para cada una de las muestras. En las tres muestras analizadas se observó que el valor de G' se encuentra por encima del valor de G'' . Esto significa que en la respuesta de la muestra predomina el componente elástico (G'); es decir que, en el rango de frecuencias estudiado, las muestras se comportan como un sólido. El aumento de G' podría ser el resultado de la fusión de las partículas de caseína por el cambio de las fuerzas inter e intra moleculares (geles de caseína). Algunos autores indican que las partículas de caseína sufren reacomodamientos, fusión y sinéresis en el proceso de formar la cuajada; los geles de caseína son dinámicos por naturaleza.

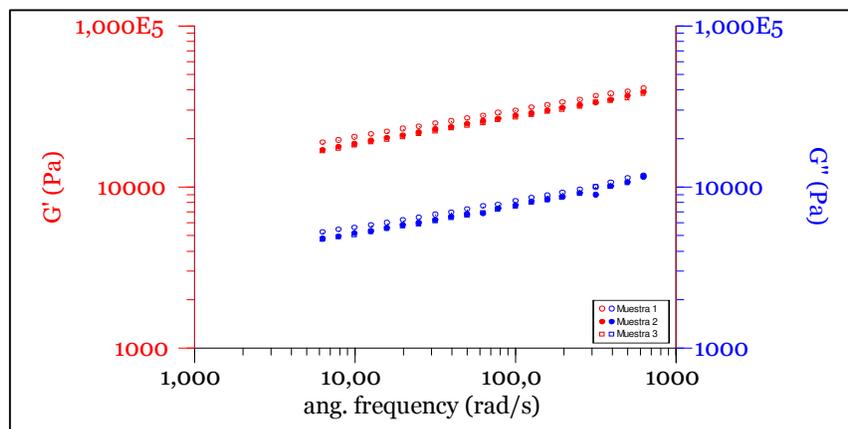


FIGURA 1: Valores de G' y G'' en un barrido de frecuencia entre 1-100 Hz para quesos untables comerciales de cabra de la provincia de Santiago del Estero.

La información que se obtiene a través de estas medidas dinámicas (u oscilatorias) es la contribución a la estructura interna de la muestra de las porciones elástica (G') y viscosa (G'') (Pa), respectivamente y la viscosidad compleja (η^*) (Pa. s). Se espera que (G') esté relacionado a la elasticidad medida con un analizador de textura y la viscosidad compleja a la cohesividad (estimación de la cantidad de deformación antes de la ruptura) medida por un panel entrenado y un texturómetro (Kealy, 2006). Las medidas que se realizan en la región viscoelástica involucran el estudio de la estructura de la muestra de una manera no destructiva. En la boca, así como en un texturómetro, ocurre una deformación irreversible; sin embargo, la información obtenida en un reómetro da una idea de la experiencia inicial del consumidor.

En la Figura 2 se presenta la variación de $\tan(\delta)$ con la frecuencia. El comportamiento aproximadamente constante de las gráficas obtenidas muestra que la fluidez de la muestra no presenta grandes variaciones en el rango de frecuencia estudiado. Puede observarse que $\tan(\delta) < 1$, lo que confirma que las propiedades elásticas dominan sobre las viscosas.

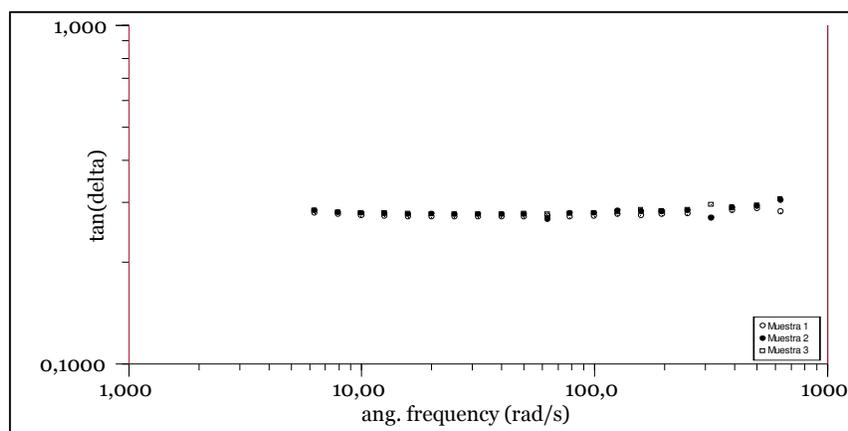


FIGURA 2: Valores de $\tan(\delta)$ en un barrido de frecuencia entre 1-100 Hz para quesos untables comerciales de cabra de la provincia de Santiago del Estero.

Mediante mediciones reológicas rotacionales se determinó el perfil de viscosidad compleja (η^*), esto se muestra en la Figura 3. Como se ve, la viscosidad disminuye al aumentar shear rate, en un perfil típicamente pseudoplástico, lo que coincide con lo descrito en la bibliografía para los llamados “geles ácidos de caseína”.

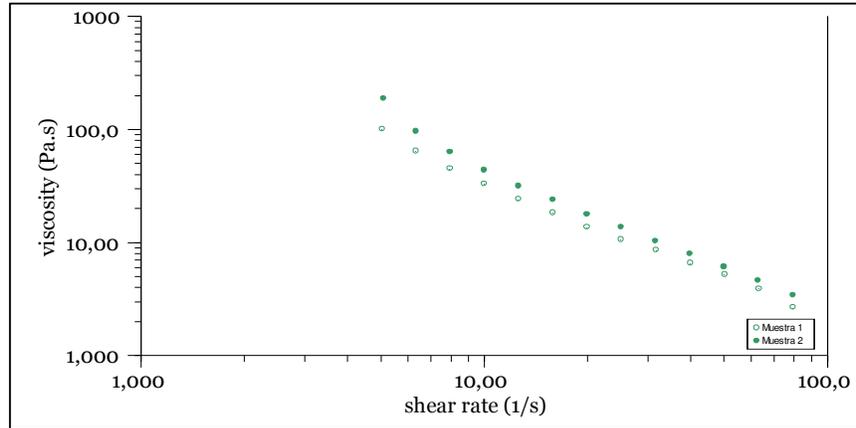


FIGURA 3: Valores de viscosidad compleja (η^*) en un barrido de shear rate de 5-200 para quesos untables comerciales de cabra de la provincia de Santiago del Estero.

La determinación de Yield Point se muestra en la Figura N° 4, donde se presenta la curva promedio de cada una de las muestras analizadas. El punto de inflexión de la curva corresponde al punto donde el material comienza a fluir (Yield Point). El valor promedio encontrado para estas muestras es de 501,2 Pa, valor inferior a lo encontrado para otros tipos de quesos untables obtenidos de leche de otras especies.

El “Yield Point” de un fluido es el mínimo esfuerzo requerido para iniciar el movimiento. Intuitivamente se esperarí que esta medida sea similar a lo observado por un panel sensorial al testear la dureza de un producto (evaluación del máximo esfuerzo que se requiere para deformar uniformemente la muestra). También se esperarí que la propiedad de adhesividad esté relacionada al Yield Point del producto. Al graficar la deformación del material vs. El stress aplicado, se pueden observar dos regiones lineares diferentes (en ejes logarítmicos) en el perfil de desplazamiento. En la primera zona, la deformación es baja y la estructura interna de la muestra está siendo estirada debido el stress impuesto por el reómetro. Una vez que se supera el Yield Point, aparece una segunda región, donde, a diferencia de la zona anterior, se observa una gran deformación del material. La intersección de las dos regiones lineares, se designa como Yield Stress, este es el punto en el cual termina la deformación reversible del material y éste comienza a fluir.

En la Tabla N° 1 se muestran valores de Yield Point para diferentes tipos de quesos. Para realizar el estudio y comparación entre resultados obtenidos se selecciona arbitrariamente un valor de frecuencia; para este estudio la comparación se realizó a una frecuencia de 100 s^{-1} (Kealy, 2006).

TABLA 1: Valores de Yield Point a una frecuencia de 100 s^{-1} para diferentes variedades de quesos

QUESO	YIELD POINT (Pa)
Queso "Filadelfia"	7300
Queso "Filadelfia" Light	2800
Queso "Filadelfia" untable	2250
Queso "Filadelfia" untable Light	1300
Queso untable comercial de cabra	501,2

Fuente: Kealy, 2006

5. CONCLUSIONES

Aplicado a los quesos en su periodo de consumo, la reología da una respuesta de la identidad del queso, que puede ser útil para caracterizar las diferentes variedades de quesos.

La determinación y conocimiento de los parámetros reológicos servirá para establecer datos que permitan identificar quesos elaborados con diferentes tecnologías y a partir de leche de distintas especies, que pueden servir como base para establecer una caracterización basada en parámetros cuantificables como los reológicos.

Las curvas típicas de los parámetros reológicos de quesos untables de cabra de la provincia de Santiago del Estero presentan perfiles opuestos a los observados para quesos de coagulación enzimática, los primeros muestran aumento de G' y G'' y aumento de $\tan(\delta)$ con el aumento de frecuencia, efecto opuesto al publicado en la bibliografía para quesos de coagulación enzimática.

Los valores de $G' > G''$ muestran que las propiedades elásticas dominan sobre las viscosas, en un comportamiento típico de gel.

El perfil de viscosidad compleja obtenida para este tipo de quesos (η^*) muestra un comportamiento típicamente pseudoplástico, lo que coincide con la bibliografía referida a geles de caseína.

El valor de Yield Point a una frecuencia de 100 Hz es inferior a lo reportado para otros tipos de quesos untables de vaca.

6. BIBLIOGRAFIA

- Castañeda, R. (2002). "La reología en la caracterización y tipificación de quesos". Tecnología Láctea Latinoamericana N° 26 48-53.
- Dimassia, O et al. (2005). "Cheese production potential of milk of Dahlem Cashmere goats from a rheological point of view". Small Ruminant Research 57 31-36.
- Duboc, P.; Mollet, B (2001). "Applications of exopolysaccharides in the dairy industry". International Dairy Journal 11 759-768.

- Fox, P. et al. (2000). "Fundamentals of Cheese Science". ISBN 0-8342-1260-9. Aspen Publishers, Inc.
- Guinee, T. (1993). "Cheese. Chemistry, Physics and Microbiology". ISBN 0-8342-1339-7. Aspen Publishers, Inc.
- Gunasekarana, S; Mehmet Akb, M (2000). "Dynamic oscillatory shear testing of foods – selected applications". Food Science & Technology 11 115-127.
- Hassan, N. et al (2003). "Microstructure and Rheology of Yogurt Made with Cultures Differing Only in Their Ability to Produce Exopolysaccharides". J. Dairy Sci. 86:1632–1638.
- Hernández Tinoco, A et al. (2004). "Rheometry and scanning Electro Microscopy study of Casein Curds added with mesquite gum and soy protein". Latin American Applied Research 34: 195-202.
- Kelly, A; O'Donnell (1998). "Composition, gel properties and Microstructure of Quarg as affected by processing parameters and milk quality". International Dairy Journal 295-301.
- Kealy, T. (2006). "Application of liquid and solid rheological Technologies to the textural characterization of semi-solid foods". Food research Internacional 39 265-276.
- Lucey, J. (2001). "The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels". Food Hydrocolloids 15 603-608.
- Romdhane Karoui, R.; Dufour, E. (2003). "Dynamic testing rheology and fluorescence spectroscopy investigations of surface to centre differences in ripened soft cheeses". International Dairy Journal 13 973–985.
- Songklanakarin, C (2005). "Cream cheese products: A review". Sci. Technol.,27(1) : 191-199.