

EVALUACIÓN DE LA TEXTURA EN QUESOS DE OVEJA. APLICACIONES DEL ANÁLISIS FACTORIAL DISCRIMINANTE

SANTINI, Z. G.¹; ALSINA, D. A.¹; ATHAUS, R.¹

MEINARDI, C.¹; FREYRE, M.¹; DÍAZ, J. R.² & GONZÁLEZ, C.³

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar las características texturales de quesos de oveja y evaluar las relaciones existentes entre distintas variables, a fin de contribuir a su tipificación y caracterización. La textura de los quesos fue estudiada mediante un Analizador de Textura Universal, efectuándose dos compresiones cíclicas (método TPA) y evaluándose la dureza, adhesividad, elasticidad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad. Los resultados del ANOVA señalan que las propiedades mecánicas mostraron diferencias significativas entre los elaborados en planta piloto y los comerciales, con excepción de la adhesividad. El análisis factorial discriminante reveló la existencia de dos funciones que permiten una adecuada diferenciación de las muestras según las variables significativas al modelo. Los resultados de la opción stepwise de este análisis indican efectos significativos para las variables dureza, cohesividad y gomosidad. Se concluye que el análisis instrumental de textura puede aplicarse al control de la calidad de los quesos de oveja con fines comerciales.

Palabras clave: queso, oveja, dureza, cohesividad, gomosidad.

SUMMARY

Texture assessment of sheep cheeses. Discriminant statistical analysis.

The aim of this work was to determine textural characteristics of sheep cheeses and evaluate the relationships among the different variables, in order to contribute to their characterization. Instrumental texture profile analysis (TPA) of cheeses was performed on a TAXT2i Texture Analyzer (Stable Micro Systems, UK), measuring the mechanical attributes hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness, gumminess and chewiness. The results of ANOVA show that, with the only exception of adhesiveness, significant differences exist between the mechanical properties of pilot plant cheeses and those corresponding to commercial cheeses. The discriminant factorial analysis applied to the significant variables revealed that two functions allow an appropriate differentiation of the samples. The results of the stepwise option of this analysis indicate significant effects for the variables hardness, cohesiveness and gumminess. It can be concluded that the instrumental texture analysis can be applied to the quality control of sheep cheeses with commercial aims.

1.- Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. e-mail: zsantini@fbc.unl.edu.ar

2.- Universidad Miguel Hernández. Orihuela, España.

3.- Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

Manuscrito recibido el 2 de marzo de 2007 y aceptado para su publicación el 24 de abril de 2007.

Key words: cheese, sheep, hardness, cohesiveness, gumminess.

INTRODUCCIÓN

La textura de un alimento puede definirse como la manifestación sensorial de su estructura. En el caso específico del queso, la estructura depende fundamentalmente de sus componentes químicos, tales como agua, cloruro de sodio, proteína y grasa, entre otros. También resulta de gran importancia, la evolución que estos componentes experimentan a lo largo del proceso de maduración (Pavia *et al.*, 1999).

La textura, junto con el sabor y el aspecto, definen la calidad de un alimento, siendo ésta un aspecto importante en un producto ya que condiciona su aceptabilidad (Ibañez *et al.*, 1998). No obstante hay que tener en cuenta que la calidad sensorial no es una característica intrínseca del mismo, sino el resultado de la interacción entre el alimento y el consumidor (Costell & Durán, 1981).

Según Ibañez *et al.* (1998), desde el punto de vista físico, la textura es el modo en que varios constituyentes y elementos estructurales están dispuestos y combinados, tanto en su estructura macroscópica como microscópica, incluyendo también a la manifestación externa de esta estructuración en términos de flujo y deformación.

Cuando se habla de textura de un producto alimenticio, se refiere al flujo, deformación y desintegración de una muestra bajo la acción de una fuerza, relacionándose en forma estricta con alimentos de tipo sólidos (Tunick, 2000).

La mayoría de los alimentos poseen complejas estructuras fisicoquímicas, presentando comportamientos que se encuentran en el rango de los fluidos, de los materiales newtonianos y de los productos semi-sólidos, poniendo de manifiesto la relación existente entre la estructura física y las propiedades

mecánicas (Ibañez *et al.*, 1998).

Las relaciones existentes entre las propiedades de textura y su composición química han sido estudiadas en diversas variedades de queso, entre los que se destacan los quesos Cheddar y tipo Suizo (Pavia *et al.*, 1999).

Existen diferentes métodos instrumentales que se utilizan para evaluar la textura de los quesos. Los más utilizados son las técnicas de compresión uniaxial a velocidad constante (Ibañez *et al.*, 1998), la relajación ante el esfuerzo (Pavia *et al.*, 1999) y el denominado Análisis del Perfil de Textura “TPA” (Ibañez *et al.*, 1998). Este procedimiento trata de simular las condiciones con que se encuentra un alimento en la boca, motivo por el cual los resultados obtenidos mediante esta técnica deben mantener una buena correlación con los alcanzados mediante el análisis sensorial (Pavia *et al.*, 1999).

La textura puede definirse como el conjunto de los atributos mecánicos, geométricos y de superficie de un producto que son perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos (ISO, 1992; Rosenthal, 2001).

En este sentido, la textura representa un parámetro de calidad importante que determina la identidad de un queso y afecta la preferencia del consumidor. El análisis de los parámetros mecánicos medidos con un texturómetro puede resultar de utilidad para la industria, ya que permite llevar a cabo un control de calidad (Antoniou, 2000).

Según Kunasekaram & Mehmet Ak (2003) cada tipo de queso posee un atributo textural dominante y deseable característico. La identificación de los quesos no es una actividad nueva, aunque cada vez es más frecuente, debido entre otros motivos, a las exigencias de sellos de calidad o certificación de origen (Castañeda, 2002).

El queso presenta una estructura compleja con diferencias aún dentro de una misma

variedad de queso, vinculadas a factores de composición y cambios durante la maduración. También las técnicas de procesamiento y las condiciones de almacenamiento pueden afectar las propiedades texturales de los quesos (Juan *et al.*, 2007).

Por todo ello, y debido a la limitada información disponible acerca de las texturas de los quesos elaborados con leche de oveja en Argentina, el objetivo de este trabajo fue caracterizar su textura y establecer relaciones entre los diferentes parámetros reológicos en quesos con diferentes tiempos de maduración.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. ELABORACIÓN DE LOS QUESOS

Los quesos de oveja se elaboraron en la Planta Piloto del Instituto de Lactología Industrial (INLAIN), de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. Se prepararon diez (10) quesos con leche refrigerada. En el proceso de fabricación se pasteurizó la leche durante quince minutos a 65 °C, luego se enfrió a 40°C, se adicionó 0.02 g/100g de CaCl₂ y fermento directo comercial constituido por 3 cepas seleccionadas de *Streptococcus thermophilus* y coagulante bovino adulto. Se lizó hasta obtener cuajada del tamaño de un grano de arroz y se calentó agitando hasta 48 °C, alcanzando el grado de secado. La cuajada se moldeó y se prensó durante 24 h. Los quesos se salaron por inmersión en salmuera a 12°C. Cinco (5) de ellos se maduraron en cámara durante seis meses (QP1) y los cinco restantes permanecieron un tiempo de dos meses (QP2).

2. CARACTERÍSTICAS DEL QUESO COMERCIAL

Para comparar las propiedades texturales de los quesos elaborados con leche de oveja en la Planta Piloto, se utilizaron cinco quesos comerciales semiduros (QC) de oveja de raza Frisona x Corriedale que presentaban dos meses de maduración.

3. ANÁLISIS INSTRUMENTAL

3.1. Toma de muestra

Los quesos se mantuvieron en refrigerador y posteriormente se atemperaron a 20,7 °C en ambiente climatizado. Se eliminaron 20 mm de la cara superior, inferior y laterales de la horma. Las muestras se obtuvieron con un sacabocados de acero inoxidable de 20 mm de diámetro, de modo de obtener cilindros homogéneos de 17 mm de altura y las superficies expuestas a ensayos de compresión se lubricaron con aceite de maíz de primera calidad, para disminuir la fricción.

3.2. Medición de la textura

Se realizó un Análisis de Perfil de Textura tipo “TPA” con un Analizador de Textura Universal Stable Micro System TAXT2i, (Fig. 1). Los datos se obtuvieron con un ordenador conectado a la prensa por medio

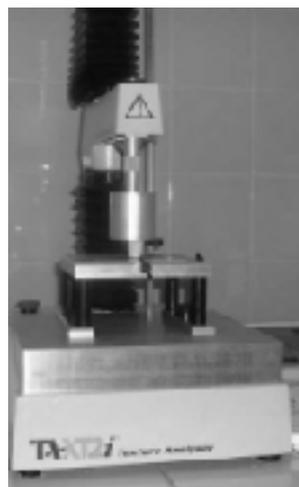


Fig. 1. Analizador de Textura

de una tarjeta de interfase que convierte la información analógica en digital, mediante un programa provisto por la casa fabricante.

Se efectuaron dos compresiones cíclicas bajo las siguientes condiciones operativas: deformación del 20%, velocidad de 0,8 mm s⁻¹ y tiempo de recuperación de 1 segundo. Se realizaron diez réplicas por cada muestra de queso (150 determinaciones de cada propiedad).

En el Cuadro 1 se muestra un glosario de

los parámetros evaluados.

A partir de la curva fuerza en Newton (N) vs. tiempo en segundos (s) se midieron las siguientes propiedades mecánicas: dureza (N), adhesividad (N x s), elasticidad, cohesividad, gomosidad (N) y masticabilidad (N) como se muestra en la (Fig. 2).

3.3. Análisis estadístico

3.3.1. Comparación de los diferentes quesos

Cuadro 1. Definiciones de parámetros mecánicos de textura.

| | | |
|----------------|---|---|
| Dureza | Fuerza necesaria para obtener una deformación dada. | Szczesniak, 2002 |
| Cohesividad | Grado en que un material puede ser deformado antes de alcanzar su punto de ruptura. | Pavia <i>et al</i> , 1999 |
| Elasticidad | Grado de recuperación de las dimensiones iniciales de un cuerpo después de eliminar la fuerza deformante. | Ibáñez <i>et al</i> , 1998 |
| Adhesividad | Fuerza necesaria para separar el elemento compresor de la muestra. | Pavia <i>et al</i> , 1999 |
| Gomosidad | Deriva de la dureza (D) y la cohesividad (C): (D . C) | Pavia <i>et al</i> , 1999 Tunick, 2000 |
| Masticabilidad | Relaciona dureza, cohesividad y elasticidad (E): (D . C . E) | Pavia <i>et al</i> , 1999 Tunick, 2000 |

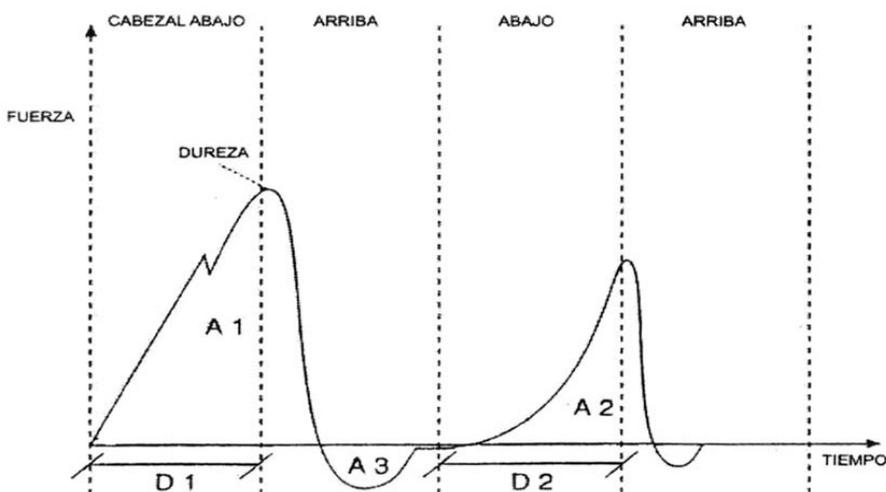


Fig. 2. Curva de Análisis de Perfil de Textura (Gómez, 2004)
Adhesividad: A3; Elasticidad: D2/D1; Cohesividad: A2/A1

Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante el análisis de la variancia (ANOVA) utilizando el procedimiento GLM (General Lineal Model), según el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + EQ_i + e_{ij}$$

Donde Y_{ij} = parámetro de textura; μ = media general; EQ_i = efecto queso ($i = 3$; QP1, QP2 y QC); e_{ij} = error residual del modelo.

3.3.2. Análisis Factorial discriminante:

Con el propósito de determinar las variables instrumentales que mejor contribuyen a la diferenciación de los quesos considerados en este estudio, se aplicó la opción stepwise del análisis factorial discriminante.

Los diferentes procedimientos estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico Statgraphics Plus 5.1 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación del Análisis de la Varianza reveló diferencias significativas para todas las propiedades, con excepción de la adhesividad, por ello, en el Cuadro 2 se muestran los valores medios de cada parámetro de textura evaluado según los distintos quesos. En el mismo se señalan además las diferencias significativas a un nivel de $p < 0,05$ para cada

parámetro reológico.

La dureza resultó máxima para el queso con seis meses de maduración (QP1), para el comercial tuvo un valor intermedio (QC) y para el de planta piloto con maduración de dos meses (QP2) resultó menor (52,42; 34,09; 13,93 respectivamente). El queso con mayor elasticidad fue el comercial QC (0,63), mientras que la cohesividad fue máxima para el queso con dos meses de maduración QP2 y mínima para el queso comercial QC. Con respecto a la masticabilidad y la gomosidad, se debe destacar que resultaron máximas para el queso QP1 (13,97; 27,33) y mínimas para el QP2 (3,99 y 7,61).

El porcentaje de deformación utilizado (20%) fue menor al empleado por otros autores tales como Ibañez *et al.* (1998), Pavia *et al.* (1999) y Gómez (2004) quienes emplearon para este análisis una deformación comprendida entre el 50 y el 60%, ya que al emplear tensiones elevadas (entre 50% y 60%) las muestras no resistían y se rompían.

Un estudio comparativo con diferentes tipos de quesos, realizado por Gunasekaram & Mehmet Ak (2003), señala que el queso Parmesano presentó mayor dureza, mínima elasticidad, acompañado de máxima gomosidad y masticabilidad en comparación con otros quesos tales como Provolone, Mozzarella, Edam, Brick, entre otros. Los atributos obtenidos para el queso Parmesano resultaron similares a los hallados en este

Cuadro 2. Parámetros estadísticos de las evaluaciones instrumentales de textura en quesos de oveja

| Muestra | Dureza (N) | Adhesividad (N x s) | Cohesividad | Elasticidad | Gomosidad (N) | Masticabilidad (N) |
|---------|---------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| QP2 | 13,93 ^a ± 1,55 | - 0,02 ± 0,02 | 0,55 ^a ± 0,01 | 0,52 ^a ± 0,01 | 7,61 ^a ± 0,69 | 3,99 ^a ± 0,40 |
| QP1 | 52,42 ^b ± 1,38 | - 0,04 ± 0,01 | 0,52 ^a ± 0,01 | 0,51 ^a ± 0,01 | 27,33 ^b ± 0,64 | 13,97 ^b ± 0,34 |
| QC | 34,09 ^c ± 1,73 | - 0,05 ± 0,03 | 0,24 ^a ± 0,04 | 0,63 ^b ± 0,02 | 8,27 ^a ± 0,63 | 5,22 ^a ± 0,45 |

a, b, c: Diferentes supraíndices para valores de una misma columna señalan diferencias significativas a un $p < 0,05$.

trabajo para el queso de oveja con seis meses de maduración (QP1).

Dichos autores destacan también que el queso Cheddar procesado presentó mínima dureza, máxima cohesividad y mínima masticabilidad, similar al comportamiento presentado por el queso de oveja con dos meses de maduración (QP2).

Con el objeto de encontrar la vinculación de los diferentes parámetros reológicos, se evaluaron los diferentes coeficientes de Correlación, tal como se destaca en el Cuadro 3. Se pueden apreciar correlaciones significativas positivas entre masticabilidad-gomosidad, dureza-gomosidad y correlaciones negativas entre gomosidad-elasticidad y cohesividad-elasticidad.

Los resultados del análisis factorial discriminante en su opción STEPWISE señalan efectos significativos para las variables dureza ($\Lambda_{\text{WILKS}}=0,0007, p=0,0001$), cohesividad

($\Lambda_{\text{WILKS}}=0,0098, p=0,0001$) y gomosidad ($\Lambda_{\text{WILKS}}=0,0009, p=0,0001$).

De la aplicación del análisis discriminante a las características instrumentales medidas, se obtuvieron 2 funciones discriminantes, con las que se clasificaron correctamente el 100% de todas las muestras. La primera de estas funciones explicó el 92,44% de la varianza intergrupo, mientras que la segunda contribuyó con un 7,56% de dicha varianza.

En el Cuadro 4 se muestran las funciones discriminantes que permiten diferenciar los quesos según los atributos que resultaron significativos al modelo.

Representando las puntuaciones factoriales obtenidas a partir de estas dos primeras funciones se obtiene el diagrama de la Fig. 3.

En esta figura se aprecia una clara separación de las muestras en tres grupos: en

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de Pearson entre los parámetros.

| Variables | Dureza | Adhesividad | Cohesividad | Elasticidad | Gomosidad | Masticabilidad |
|----------------|----------------------|-------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------|
| Dureza | | | | | | |
| Adhesividad | -0,2608 ^b | | | | | |
| Cohesividad | n.s. | n.s. | | | | |
| Elasticidad | n.s. | n.s. | -0,9402 ^a | | | |
| Gomosidad | 0,8764 ^a | n.s. | 0,3848 ^b | -0,5177 ^a | | |
| Masticabilidad | 0,9113 ^a | n.s. | 0,3093 ^b | -0,4389 ^a | 0,9956 ^a | |

^a P<0,001; ^b P<0,05; n.s.: no significativo

Cuadro 4. Funciones discriminantes de las variables de textura.

| |
|--|
| $F_1 = 1,6198. D + 1,294. C - 1,1124. G$ |
| $F_2 = -3,3158. D - 0,6358. C + 3,9640. G$ |

C: Cohesividad; D: Dureza; G: Gomosidad

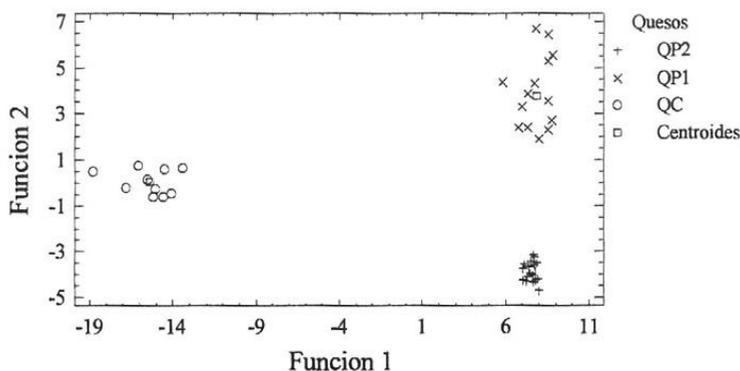


Fig. 3. Diagrama de dispersión de las muestras de queso de oveja según las funciones discriminantes canónicas obtenidas a partir de los atributos de textura.

uno se observa el queso de oveja QP1, otro que reúne a las del queso de oveja comercial QC y el queso de oveja QP2 se ubica en un tercer grupo.

En la Fig. 3 se observa que la primera función discriminante diferencia las muestras de queso comercial (QC) de las de planta QP2, mientras que la función F2 permite diferenciar las muestras del queso QP1 de las restantes.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que las propiedades instrumentales de los quesos utilizados en este experimento permiten caracterizarlos de modo aceptable, pudiéndose aplicar el análisis de textura como un instrumento para el control de calidad y la diferenciación de los tiempos de maduración de los quesos elaborados con leche de oveja.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Claudia Lesa y el Ing. Horacio Tisocco de la Facultad de Ciencias de la

Alimentación de la Universidad Nacional de Entre Ríos, por su colaboración. Al Instituto de Lactología Industrial de la U.N.L por permitir utilizar su Planta Piloto para la elaboración y maduración de los quesos de oveja.

Trabajo realizado con fondos provenientes de la Universidad Nacional del Litoral, a través del Programa Curso de Acción para la Investigación y el Desarrollo (CAI+D 2005, P.I. N°: 33-215) de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Litoral.

BIBLIOGRAFIA

- ANTONIOU, K.D.; D. PETRIDIS; S. RAPHAELIS; Z. BEN OMAR & R. ESTELOOT. 2000. Texture assessment of French cheeses. *Journal of Food Science*. 66: 168 - 172.
- CASTAÑEDA, R. 2002. La reología en la caracterización y tipificación de quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. 26: 46 - 52.
- COSTELL, E. & L. DURÁN. 1981. El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. I Introducción. *Revista Agroquímica*

- y Tecnología Alimentaria. 21(1): 1 – 10.
- GÓMEZ, M. B.** 2004. Evaluación sensorial e instrumental de textura de quesos argentinos. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España.
- GUNASEKARAM, S. & M. MEHMETAK.** 2003. Cheese Rheology and Texture. CRC Press. Florida. 437 pp.
- IBAÑEZ, F. C.; S. LOYGORRI; A. ORDOÑEZ, I. & P. TORRE.** 1998. Evaluación instrumental y sensorial de la textura en quesos de oveja con Denominación de Origen. Alimentaria. 292: 49 – 53.
- ISO 5492.** International Standad Organization. 1992. Sensory Analysis. Vocabulary.
- JUAN, B.; A. J. TRUJILLO; V. GUAMI; M. BUFFA & V. FERRAGUT.** 2007. Rheological, textural and sensory characteristics of high- pressure treated semi-hard ewe's milk cheeses. Internacional Dairy Journal. 17: 248 - 254.
- PAVIA, M.; A. J. TRUJILLO; B. GUAMIS & V. FERRAGUT.** 1999. Evolución de la composición y textura de un queso de oveja en la maduración. Alimentaria. 306: 43 – 47.
- ROSENTHAL, A.** Textura de los Alimentos. Medida y percepción. 2001. Ed. Acribia. España. 299 pp.
- SZCZESNIAK, A. S.** 2002. Texture is a sensory property. Food Quality and Preference. 13: 215 – 225.
- TUNICK, M. H.** 2000. Rheology of dairy foods that gel, stretch and fracture. Symposium Dairy products Rheology. Journal of Dairy Science. 83: 1892 – 1898.