

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE QUESOS FRESCOS ARTESANALES DE TRES REGIONES DE LA PROVINCIA DE JUJUY

QUALITY EVALUATION OF ARTISANAL FRESH CHEESES FROM THREE REGIONS IN JUJUY PROVINCE

Calliope, S. R.^{1,3}; Segundo, C. N.^{2,3}; Molina, E.¹

RESUMEN

El control de la calidad e inocuidad de los alimentos debe ser un requisito importante a cumplir por parte de los productores. El queso es un producto obtenido a partir de leche cruda y de cuajos artesanales, cuya calidad está influenciada por el área geográfica de producción y sus tradiciones. El objetivo de este estudio fue describir la calidad nutricional, física y sensorial de quesos frescos producidos en Jujuy. Se analizaron quesos artesanales de tres regiones de la provincia tomados al azar. Se determinó composición proximal por técnicas AOAC. La textura, por análisis de perfil de textura (TPA) y análisis sensorial. Los quesos se clasificaron como magros, de pasta blanda según el Código Alimentario Argentino. Los quesos de Puna y Quebrada resultaron los de menor humedad, mayor contenido de lípidos y proteínas, mayor dureza y menor cohesividad acercándose a la calidad del queso comercial. En los parámetros sensoriales los de menor puntaje fueron las muestras procedentes de los Valles. El conocimiento general de las características y propiedades del queso artesanal de la Provincia de Jujuy es de gran importancia para garantizar su calidad y mejorar su aceptabilidad, siendo una herramienta útil para diferenciar los diversos tipos de quesos artesanales.

Palabras clave: Quesos frescos. Calidad. Inocuidad.

SUMMARY

Quality control and food safety must be an important requirement to be met by the producers. Cheese is a product obtained from raw milk and artisanal rennets, whose quality is influenced by the geographical area of production and its traditions. The aim of this study was to describe the nutritional, physical and sensorial quality of fresh cheeses produced in Jujuy. Randomly chosen artisanal cheeses from three regions of the province were analysed. Proximal composition was determined by means of AOAC techniques whereas texture, by texture profile analysis (TPA) and sensory analysis. Cheeses were classified as lean, soft pulp ones according to the Argentine Food Code. Cheeses from Puna and Quebrada were the ones with the lowest humidity, the highest content of lipids and proteins, the highest hardness and the least cohesiveness, approaching commercial cheese quality. Regarding the sensory parameters, samples from the Valleys recorded the lowest scores.

General knowledge of the characteristics and properties of the artisanal cheese from Jujuy province is of great importance to guarantee its quality and to improve its acceptability, being a useful tool to differentiate the various types of artisanal cheeses.

Keywords: Fresh cheeses. Quality. Safety.

INTRODUCCIÓN

El queso es un alimento de amplio consumo en el mundo, en Argentina el consumo de este alimento aumentó de 8 kg a 12 kg por año por persona (APYMEL, 2018). Existen diferentes tipos de queso que difieren en sus características nutritivas, funcionales, texturales y sensoriales. Estas variedades de quesos se clasifican en maduros, semi-maduros y frescos (Ramírez Lopez y Velez Ruiz, 2012). En la provincia de Jujuy se elabora el queso criollo en forma artesanal y para la venta callejera y por lo tanto supone consumo habitual y constituye un recurso gastronómico importante en nuestra provincia.

Hay diversos factores que modifican la calidad del queso (como las propiedades fisicoquímicas, texturales, sensoriales), entre ellos la formulación, las condiciones de proceso y almacenamiento y las alteraciones provocadas por microorganismos (Romero Castillo y col., 2009; Maldonado y col., 2013; Johnson, 2017).

Según el Artículo 605 del Código Alimentario Argentino (Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 33/2006 y N° 563/2006) "Se entiende por Queso el producto fresco o madurado que se obtiene por separación parcial del suero de la leche o leche reconstituida (entera, parcial o totalmente descremada) o de sueros lácteos, coagulados por la acción física, del cuajo, de enzimas específicas, de bacterias específicas, de ácidos orgánicos, solos o combinados, todos de calidad apta para uso alimentario; con o sin el agregado de sustancias alimenticias y/o especias y/o condimentos, aditivos específicamente indicados, sustancias aromatizantes y materiales colorantes. Se entiende por Queso Fresco el que está listo para el consumo poco

después de su fabricación. Se entiende por Queso Madurado el que ha experimentado los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos de la variedad de queso.

Existen diversos criterios de clasificación con base en las condiciones de proceso o las características fisicoquímicas del tipo de queso:

- a) Por contenido de humedad, se clasifican en quesos de baja humedad o de pasta dura (<35,9%), de mediana humedad o semiduros (36,0-45,9%), de alta humedad pasta blanda o macíos (46,0-54,9%) y de muy alta humedad o pasta muy blanda (>55%).
- b) De acuerdo al tipo de coagulación de la caseína, se clasifican en quesos de coagulación enzimática, quesos de coagulación ácida y quesos de coagulación ácida/térmica,
- c) De acuerdo a su estado de maduración: frescos (6 días), semimadurados (40 días) y madurados (>70 días)

Además de brindar un excelente aporte de proteínas de alto valor biológico, el queso se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo.

La textura tiene un rol importante en términos de inferir la calidad de un alimento. Particularmente en el queso, la textura es uno de los atributos más importantes que ayudan a determinar la identidad del mismo (Bourne, 2002).

La información textural y reológica es importante en el diseño de procesos de transformación en alimentos (mezclados, flujo de materiales, calentamiento, enfriamiento), en la determinación de la funcionalidad de los ingredientes para el desarrollo de productos, en el control de calidad de productos intermedios y finales, en estudios de tiempo de vida

útil y en evaluaciones de propiedades texturales correlacionadas con pruebas sensoriales, entre otros (Muthukumarappan y Swamy, 2016).

Dentro de las caracterizaciones reológicas del queso, las técnicas de compresión uniaxial a velocidad constante, la relajación ante el esfuerzo y el denominado análisis de perfil de textura (TPA), son las pruebas más ampliamente utilizadas (Ibáñez y col., 1998).

La compresión uniaxial a velocidad constante consiste en comprimir una muestra de queso de geometría y dimensiones conocidas mediante un plato descendente a velocidad constante, hasta un nivel de deformación superior al punto de fractura (generalmente a una distancia $> 75\%$ de su altura original). Los parámetros reológicos obtenidos son el módulo de deformabilidad (MD) estimado como la regresión lineal de la parte inicial de la curva, la tensión o esfuerzo (σ), la deformación (ϵ) y la energía (Wf) a la fractura (Castañeda, 2002).

El TPA consiste en una prueba de doble compresión en las cuales se someten muestras del producto a una compresión del 80 a 90% de su altura inicial, la cual resulta casi siempre en la ruptura del alimento. Bourne, (2002) cita los siguientes parámetros texturales obtenidos con el TPA: fractura, dureza, cohesión, adhesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad.

Independientemente del origen de la leche, las propiedades físicas del queso se rigen por la interacción entre las moléculas de caseína (Tunick, 2000). Algunos de los factores que influyen en estas interacciones varían en función del tipo de queso, el grado de maduración, su composición química (en particular el contenido de caseína y la distribución de la humedad y la grasa), el contenido de sal, pH y acidez (Guo y col., 2012) así como determinadas condiciones medioambientales como la temperatura (Johnson y Law, 2011).

En cuanto a la firmeza del queso existen dos fenómenos que la controlan. El primero consiste en la acción de enzimas proteolíticas sobre la matriz proteica, que da como resultado la disminución de la firmeza y en consecuencia modificaciones en algunas propiedades como el color, la elasticidad y la textura del queso (Lucey y col., 2003). El segundo es el efecto de la pérdida de humedad, que al provocar

una disminución de la hidratación de las proteínas conduce a una mayor interacción de las mismas provocando el aumento de la firmeza de la matriz proteica (Walstra, 1990).

También uno de los cambios bioquímicos que ocurren en el queso e influyen en la Textura, es la lipólisis. Los lípidos se encuentran distribuidos como material de relleno en la matriz proteica, por lo tanto, si se incrementa su contenido en la formulación, el queso presentara menor firmeza y mayor elasticidad, mientras que cuando su contenido se reduzca (ya sea por acción lipolítica o intencional para fines de obtener un producto con bajo contenido en grasa) se obtendrán quesos más duros y rígidos (Brighenti y col., 2008).

Otro de los factores que afecta la textura es el pH, debido a su efecto sobre la red de proteínas. Un pH cercano al punto isoeléctrico provoca fuerzas iónicas e hidrófobas, que resultan en una red de caseínas compacta típica de los quesos duros, mientras que en el caso de un pH más alto las caseínas presentan una carga negativa, lo que genera repulsión entre los agregados proteicos, generándose un queso con mayor humedad, más elástico y menos compacto (Lu y col., 2008). En quesos la elevada humedad y el bajo pH, son condiciones que afectan notoriamente la textura y sabor durante la conservación, de forma que una excesiva proteólisis podría ocasionar defectos como una textura excesivamente blanda y un sabor amargo (Maldonado y col., 2013).

En cuanto a la sal además de tener un papel en el sabor y conservación del queso, en altas concentraciones disminuye la actividad proteolítica, aumentando la salida de agua presente en la red proteica de la cuajada (sinéresis) ocasionando con ello, menor humedad y por lo tanto mayor dureza en el queso (Ramírez Navas y col., 2017). Por último la acidez, no solo tiene incidencia sobre el sabor, sino también en los cambios que experimenta la red proteica (cuajada) del queso, teniendo esta una correlación directa en los fenómenos de sinéresis (es decir; a mayor acidez, mayor sinéresis) y textura final (Pinho y col., 2004). Además de la acidez, la sinéresis está afectada también por circunstancias propias del proceso de elaboración y por la presencia de calcio libre, el cual provoca la unión de la caseína en la red de la cuajada (Walstra, 1990). El objetivo de este estudio fue describir la calidad nutricional, física y sensorial de quesos frescos producidos en la

provincia de Jujuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de quesos fueron seleccionadas de cuatro localidades, Humahuaca, Puesto del Marqués, Tilcara, San Antonio, correspondientes a tres regiones de la provincia de Jujuy, Quebrada, Puna y Valle, respectivamente. La toma de muestra se realizó durante el período de diciembre 2017 a mayo de 2018. Se seleccionaron puestos de ventas callejeras al azar, el peso de las mismas fue de 500 g. aproximadamente. Fueron envasadas en bolsas de polietileno cerradas herméticamente y se transportaron hacia el laboratorio, se mantuvo en refrigerador hasta su análisis.

Composición de los quesos y propiedades físicas

La humedad de las muestras se determinó por el método AOAC N°926.08, cenizas por AOAC N°935.32, Proteínas AOAC N°2001.14, Grasas AOAC N°933.05, Acidez AOAC N°920.124 y pH N°981.12

Análisis de perfil de textura

El análisis de perfil de textura se realizó en un texturómetro TA-XT plus (Stable Microsystems Ltd., Godalming, UK) con “Software Texture Expert”. Las muestras se cortaron en cilindros de 2 cm de alto y 2 cm de diámetro a temperatura ambiente. Se utilizó una probeta cilíndrica de aluminio de 50 mm de diámetro. La prueba análisis de perfil de textura (TPA) fue realizada por compresión doble con una deformación hasta el 25% y una velocidad de

ensayo de 2 mm/s y 30s de reposo entre la primera y segunda compresión. Los parámetros de textura se determinaron a partir de la curva fuerza-distancia. Se obtuvieron dureza, cohesividad y elasticidad.

Análisis sensorial

Se llevó a cabo con 72 voluntarios, de entre 18-55 años de edad. Los quesos fueron evaluados utilizando una escala hedónica de nueve puntos, los parámetros evaluados fueron aspecto, olor, persistencia del sabor, textura y aceptabilidad general. Los valores de las evaluaciones oscilaron entre "me gusta extremadamente" a "no me gusta extremadamente" correspondiendo las puntuaciones máximas y mínimas "9" y "1", respectivamente.

Análisis estadístico

Todas las mediciones se efectuaron por triplicado, se expresaron como $x \pm DS$. Se realizó análisis de varianza (ANOVA); las medias se compararon con la prueba LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05. Se realizó análisis de componente principal (ACP) con 7 variables medidas para agrupar de acuerdo a diferencias y similitudes entre las muestras. El análisis de los datos se realizó con usando el Software estadístico Infostat (UNC, Córdoba, Argentina) (Di Rienzo y col., 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de los quesos

En la tabla 1 se muestra la composición, propiedad sensorial y física de los quesos analizados, queso comercial (fresco tipo criollo) y los artesanales.

Localidad	Humedad	Lípidos	Proteína	Cenizas	Agrado General	pH	Acidez
Comercial	41,22±0,04 ^a	17,10±0,47 ^b	26,15±0,20 ^b	6,90±0,03 ^{ab}	6,97±0,57 ^b	5,75±0,04 ^b	0,065±0,04 ^b
Humahuaca	54,64±0,13 ^d	21,46±0,58 ^c	19,39±0,03 ^a	9,21±0,03 ^{cd}	6,59±0,27 ^{ab}	6,21±0,01 ^c	0,026±0,02 ^a
Tilcara	49,45±0,13 ^c	20,91±0,38 ^c	21,13±0,05 ^a	7,46±0,01 ^{bc}	6,82±0,48 ^b	5,62±0,02 ^a	0,030±0,02 ^a
Puesto del marqués	47,11± 0,26 ^b	18,33±0,40 ^b	25,34±0,10 ^b	5,16±0,02 ^a	6,44±0,32 ^{ab}	6,04±0,02 ^c	0,036±0,03 ^a
San Antonio	56,48±0,27 ^e	13,47±0,67 ^a	17,78±0,06 ^a	9,61±0,02 ^d	5,92±0,35 ^a	6,30±0,03 ^d	0,032±0,01 ^a

Tabla 1. Composición, propiedades sensorial y física

Se observa que hay diferencias significativas en todas las muestras en el parámetro de humedad siendo mayor en la muestra procedente de la localidad de San Antonio (región Valle). La muestra de origen comercial tuvo el menor porcentaje. Según la legislación argentina se puede clasificar a los quesos artesanales estudiados como de alta humedad. Dicha variabilidad puede ser debida al proceso de elaboración, algunos de los factores que intervienen son el desuerado y la concentración de sal, al ser menor en los quesos artesanales ambos generarían mayor humedad (Ramírez Navas y col., 2017).

El contenido lipídico se diferenció claramente por región siendo mayor para los quesos de la Quebrada y el menor para los quesos de los Valles. Estas diferencias pueden ser atribuidas a la diferencia en la forma de elaboración, ya que los productores no estandarizan el contenido graso de su materia prima. Por lo tanto, estos quesos se clasificarían como magros según el C.A.A.

Mientras que en proteínas el mayor contenido fue para los quesos de la Puna y Comercial. Contrariamente las cenizas fueron mayores para Valles y menor para la Puna. Estas diferencias se encuentran relacionadas con la composición de la leche de partida en la que el principal factor de variación es la alimentación de los animales (Almenara y col., 2007). Y a la heterogeneidad del proceso ya que una falta de control de las variables como temperatura, pH y tiempo suelen provocar diferencias en la precipitación de las proteínas (Catillo y col., 2009).

Estas diferencias en lípidos y proteínas tendrán gran influencia en la textura y en los parámetros sensoriales ya que durante la maduración del queso implica una serie compleja de eventos bioquímicos, como la lipólisis (Vélez y col., 2017) y la proteólisis (Burgos y col., 2016) que conducen al sabor, aroma y textura característicos de cada variedad.

El pH y la acidez son factores que influyen en las propiedades de textura durante la obtención del queso. Los quesos muestran diferencias significativas en el pH, encontrándose en el rango permitido para este tipo de quesos el procedente de Tilcara y el queso comercial (Maldonado y col., 2013). Mientras que este último difiere significativamente de

los quesos artesanales mostrando mayor acidez. En los quesos frescos la elevada humedad y el bajo pH, afectan a la textura y el sabor generando la proteólisis y provocando defectos como quesos blandos y de sabor amargo (Ramírez López y col., 2012). La acidez además influye en la red de proteínas teniendo correlación directa con la sinéresis (mayor acidez, mayor sinéresis) y textura final.

En un proceso artesanal, la acidez se obtiene utilizando suero ácido de suero dulce incubado a temperatura ambiente durante al menos 24 h. En este caso, el suero fermentado es acidificado por la población natural de bacterias del ácido láctico propio de la leche, hasta alcanzar el pH deseado según el artesano.

Análisis de perfil de textura (TPA)

Los parámetros de Textura obtenidos para los quesos (comercial y artesanal) se muestran en las figuras 1, 2 y 3.

Los quesos artesanales mostraron menor dureza que la muestra comercial, 58 % menos duras que las de Quebrada y 77% las de Valles y Puna. Esto puede relacionarse con el mayor contenido de humedad en los quesos artesanales. En estos últimos se observó que los quesos de la Quebrada poseen mayor dureza que las de los Valles y Puna. Vélez y col. (2017) reportaron que los quesos de mayor humedad poseen menor sinéresis en las cuajadas preparadas a partir de la leche homogeneizada, ya que los glóbulos de grasa interactúan con la matriz de para-caseína (Kelly y col., 2008).

En general, una estructura más compacta se debe a una menor humedad, debido a que favorece a la formación de un gel y reordenamiento de las partículas durante la proteólisis de las κ - y α -caseínas (Burgos y col., 2016).

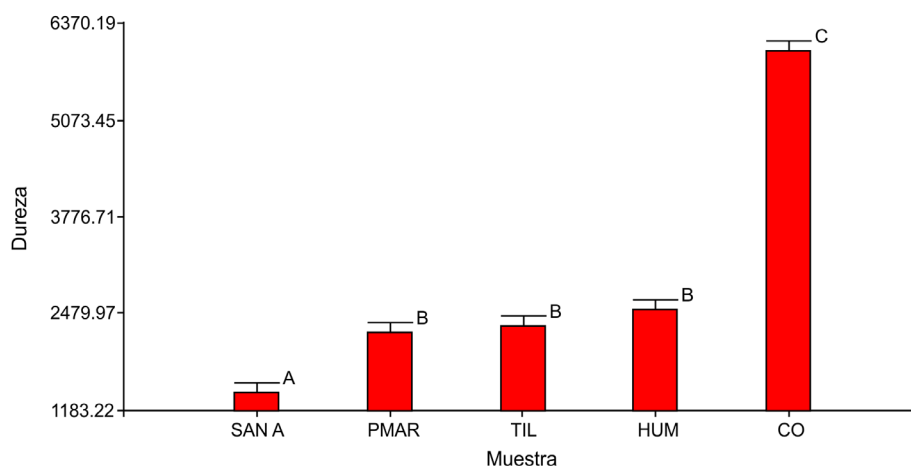


Figura 1. Dureza de quesos comercial y artesanales (PMAR: Puesto del Marqués (Puna); SAN A: San Antonio (Valles); TIL: Tilcara, HUM: Humahuaca (Quebrada)

En la Figura 2 se observa que los quesos de San Antonio, Puesto del Marques y Humahuaca fueron menos cohesivos que el queso comercial y de Tilcara. Este resultado permite observar que los quesos frescos con pH altos (ver Tabla 1) generarían una red de caseína débil provocando quesos con

características de mayor humedad más elásticos y menos compactos indicando una estructura menos cohesiva (Ramírez López y col., 2012).

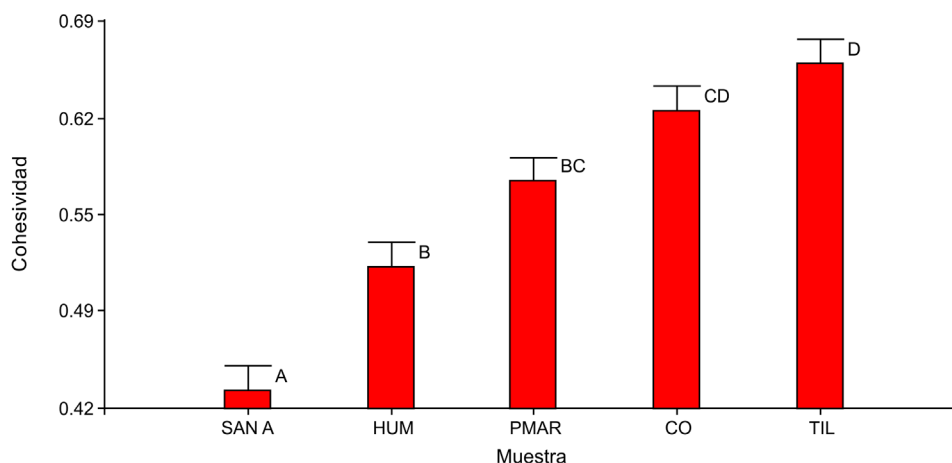


Figura 2. Cohesividad de quesos comercial (CO) y artesanales (PMAR: Puesto del Marqués (Puna); SAN A: San Antonio (Valles); TIL: Tilcara, HUM: Humahuaca (Quebrada)

En la Figura 3, se observa que la elasticidad de los quesos de San Antonio y Comercial son similares, mientras que las muestras de Humahuaca, Puesto del Marques y Tilcara fueron menos elásticos. La elasticidad observada en la muestra de San Antonio se debió a un mayor pH, mayor dureza y menor cohesividad, mientras que lo observado en el queso

comercial se debió a su mayor dureza, resultados similares fueron reportados por Maldonado y col. (2013). Mientras que la muestra de Tilcara tuvo menor elasticidad durante la prueba cuyo valor fue de 0,73 y un pH igual a 5,62 menor a los quesos de San Antonio.

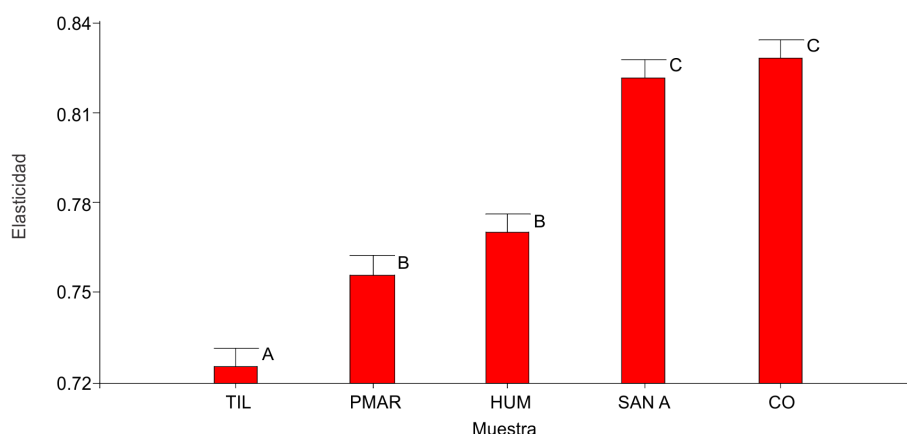


Figura 3. Elasticidad de quesos comercial (CO) y artesanales (PMAR: Puesto del Marqués (Puna); SAN A: San Antonio (Valles); TIL: Tilcara, HUM: Humahuaca (Quebrada))

ANÁLISIS SENSORIAL

La percepción de las características sensoriales del queso influye en las elecciones de los consumidores y por ello es importante estudiar los parámetros sensoriales para producir un queso con un adecuado perfil de sabor y textura.

En la tabla 1 se observa los resultados obtenidos para el atributo agrado general y en la figura 4 los parámetros sensoriales de todas las muestras estudiadas.

El queso comercial junto a las muestras de Tilcara (Quebrada) fueron los de mayor agrado general y la muestra de San Antonio la de menor puntaje. Esto indica que los consumidores tuvieron una tendencia hacia los quesos con humedades entre 41 a 49% y medianamente ácidos (pH 5,75- 6,82).

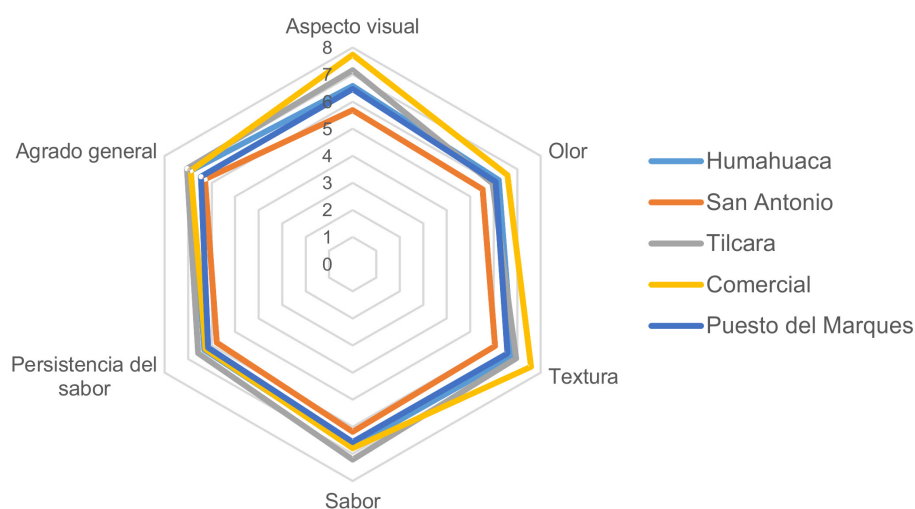


Figura 4. Parámetros sensoriales

Los quesos de la región Puna y Quebrada tuvieron puntajes en sabor de 6,74 a 7,21 y olor de 5,95-6,21. Esto probablemente se deba a que la materia prima utilizada en esas regiones tuvo mayor contenido de proteínas y grasas que la de los Valles (Tabla 1). Esto les confiere un mejor sabor y olor, resultado similar a lo observado por Melé y col. (2016). El aspecto visual y textura de estos quesos, fue mayor en comparación con las otras muestras artesanales. Además, una menor humedad, mayor dureza y menor cohesividad, convergen en una estructura más estable al corte y/o a la mordida. Esta correlación también fue observada por Cipolat-Gotet y col. (2018) para quesos frescos.

Estas diferencias en los parámetros sensoriales probablemente se deban a la zona de producción y a la alimentación de los animales (vaca o cabra). En estudio se pudo observar una tendencia de preferencia del consumidor respecto a la muestra de quebrada y puna sobre los Valles.

CONCLUSIONES

La composición de los quesos artesanales de las regiones seleccionadas mostró diferencias con el queso comercial, esto indica que el tipo de proceso y los métodos de formulación empleados influyen sobre la misma.

Las muestras artesanales presentaron características de mayor humedad, menor dureza y menor acidez, lo cual influyó en los parámetros sensoriales. Si bien los quesos de San Antonio mostraron una elasticidad similar al queso comercial, mayor pH, menor contenido de lípidos y proteínas, influyó de manera negativa en la aceptación general.

Este estudio permitió determinar que los consumidores prefieren los quesos artesanales provenientes de las regiones de Quebrada y Puna, sobre las provenientes de los Valles.

El conocimiento general de las características y propiedades de los quesos artesanales es una herramienta útil para diferenciar los diversos tipos de quesos artesanales existentes en la provincia de Jujuy, y de gran utilidad e importancia para garantizar su calidad y mejorar su aceptabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio de la cátedra de Bioquímica de los Alimentos de la Facultad de Ingeniería/UNJu, por habernos facilitado los equipos para el análisis de las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

Almenara, F. J., Álvarez, S., Darías, J., Rodríguez, E., Díaz, C., Fresno, M. (2007). Efecto de la maduración en la composición mineral de los quesos de cabra majorera. Archivos de Zootecnia, 56(Su1).

APYMEL. Asociación de Pequeñas y Medianas empresas Lácteas. (2018). <http://www.apymel.com.ar>

Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC. 20th ed. USA, Washington, (2016).

Bourne, M. (2002). Food texture and viscosity: Concept and measurement. 2° Ed. Academic Press. San Diego California, EE.UU. 427.

Brighenti, M., Govindasamy Lucey, S., Lim, K., Nelson, K., Lucey, J. (2008). Characterization of rheological, textural and sensory properties of samples of commercial US cream cheese with different fat contents. Journal of Dairy Science. 91: 4501-4517.

Burgos, L., Pece, N., Maldonado, S. (2016). Proteolysis, Texture and Microstructure of Goat Cheese. International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS). ISSN: 2394-3661.

Catañeda, R. (2002). La reología en la tipificación y la caracterización de quesos. Tecnología Láctea Latinoamericana. 20 (26): 48-53.

Cipolat-Gotet, C., Cecchinato, A., Drake, M. A., Marangon, A., Martin, B., Bittante, G. (2018). From cow to cheese: Novel phenotypes related to the sensory profile of model cheeses from individual cows. Journal of dairy science, 101(7), 5865-5877.

Di Rienzo J., F. Casanoves, M. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C. Robledo. Grupo InfoStat,

FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
URL <http://www.infostat.com.ar>.

Gou, L., Van Hekken, D., Tomasula, P., Tunick, M., Hou, G. (2012). Effect of salt on microbiology and proteolysis of queso fresco cheese during storage. *Milchwissenschaft*. 67: 74-77.

Ibañez, F., Loygorri, S., Ordoñez, A., Torre, I. (1998). Evaluación instrumental y sensorial de la textura en quesos de oveja con denominación de origen. *Alimentaria*. 292:49-53.

Jhonshon, M., Law, B. (2011). The fundamentals of cheese technology. *Technology of cheesemaking*. 2°Ed. Reino Unido.

Johnson, M. E. (2017). A 100-Year Review: Cheese production and quality. *Journal of dairy science*, 100(12), 9952-9965.

Kelly, A. L., Huppertz, T., Sheehan, J. J. (2008). Pre-treatment of cheese milk: Principles and developments. [conference paper]. *Dairy Science and Technology*, 88(4-5), 549-572.

Lu, N., Shirashoji, N., Lucey, J. (2008). Effects of pH on the textural properties and melt ability of pasteurized process cheese made with different types of emulsifying salts. *Food Engineering and Physical Properties*. 73 (8): E363-E369.

Lucey, J., Johnson, M., Horne, D. (2003). Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal Dairy Science*. 86. 2725-2743.

Maldonado, R., Melendez, B., Arispe, I., Boeneke, C., Torrico, D., Prinyawiwatukul, W. (2013). Effect of pH on technological parameters and physicochemical and texture characteristics of the pasta filata cheese Telita. *Journal of dairy science*, 96(12), 7414-7426.

Mele, M., N. P. P. Macciotta, A. Cecchinato, G. Conte, S. Schiavon, G. Bittante. (2016). Multivariate factor analysis of detailed milk fatty acid profile: Effects of dairy system, feeding, herd, parity, and stage of lactation. *J. Dairy Sci*. 99:9820-9833.

Muthukumarappan, K., Swamy, G. J. (2016). Rheology, Microstructure, and Functionality of Cheese. In *Advances in Food Rheology and Its*

Applications (pp. 245-276).

Pinho, O., Mendes, E., Alves, M. Ferreira, I. (2004). Chemical, physical and sensorial characteristics of "Terrincho" ewe cheese: Changes during ripening and intravarietal comparison. *Journal of Dairy Science*. 87(2):249-257.

Ramírez López, C., Vélez Ruiz, J. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas selectos de ingeniería de Alimentos*. 6- 2: 131-148.

Ramírez-Navas, J. S., Aguirre-Londoño, J., Aristizabal-Ferreira, V. A., Castro-Narváez, S. (2017). Salt in cheese: several interactions. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 303-316.

Romero-Castillo, P. A., Leyva-Ruelas, G., Cruz-Castillo, J. G., Santos-Moreno, A. (2009). Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicanos de la región de Tonalá, Chiapas. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 8(1), 111-119.

Tunick, M. (2000). Rheology of dairy foods that gel, stretch, and fracture. *Journal of Dairy Science*. 83: 1892-1898.

Vélez, M. A., Hynes, E. R., Meinardi, C. A., Wolf, V. I., Perotti, M. C. (2017). Cheese milk low homogenization enhanced early lipolysis and volatiles compounds production in hard cooked cheeses. *Food Research International*, 96, 215-225.

Walstra, P. (1990). On the stability of casein micelles. *Journal of Dairy Science*. 73: 1965-1979.