

Trabajo completo

Textura de quesos regionales de la provincia de Entre Ríos

RECIBIDO: 10/08/2014
REVISIÓN: 08/10/2014
ACEPTADO: 31/10/2014

Pérez, D. R.¹ • Simonetti, M. R.¹ • Stefani, A.¹ • Taher, H. A.^{1,2} • Bou, N.¹

¹ Facultad de Ciencias de la Alimentación, Universidad Nacional de Entre Ríos, Mons. Tavella 1450; (3200), Concordia, Entre Ríos, Argentina.

Teléfono: 54-345-4231440

E-mail: perezdaniel_1@hotmail.com

² Facultad de Ingeniería; Universidad Nacional de Entre Ríos; CC 47 – Suc. 3 – (3100), Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.

RESUMEN: Este trabajo estudia una población representativa de quesos regionales de la provincia de Entre Ríos (Argentina). Cuantifica instrumentalmente parámetros asociados a descriptores texturales (firmeza y fracturabilidad) y analiza la composición porcentual de macrocomponentes (humedad, materia grasa y proteínas) de estos quesos. Se encuentra que la firmeza de los mismos es muy variable, más que la de la composición, no encontrándose correlaciones entre éstas. Sí existe una correlación (inversamente proporcional) entre la humedad y la firmeza de un mismo queso a lo largo de su maduración.

Tanto o más relevante que lo anterior es que del estudio de los datos obtenidos y de la observación de los procesos de elaboración que generaron las muestras se obtiene la evidencia de la existencia de muy estrechas relaciones entre dichos procesos, las estructuras de los quesos obtenidos y consecuentemente de sus propiedades, en este caso texturales, hecho que podría extrapolarse a otros tipos de quesos.

PALABRAS CLAVE: quesos regionales, textura; proceso de elaboración, estructura.

SUMMARY: *Texture of regional cheeses from Entre Ríos Province.*

In this work we study a representative population of Regional Cheeses from EntreRíosProvince (Argentina). Parameters related to texture (firmness and fracture properties) are instrumentally quantified and the percentage composition of macro-components (moisture, fat, and protein) is analyzed. We did not find a correlation between the composition and the firmness of the cheeses: while the firmness largely differs the composition is similar; nevertheless, the firmness of a given cheese increases as moisture decreases during ripening. Equally or more relevant is the fact that from the analysis of the data and the processes that generated the samples, it is possible to detect evidence of close links between the manufacture process and the structure of the cheese, and consequently, between the manufacture process

and the cheeses properties such as its texture. This fact could be extrapolated to cheese others than those studied here.

KEYWORDS: regional cheeses, texture, manufacture process, structre.

1. Introducción

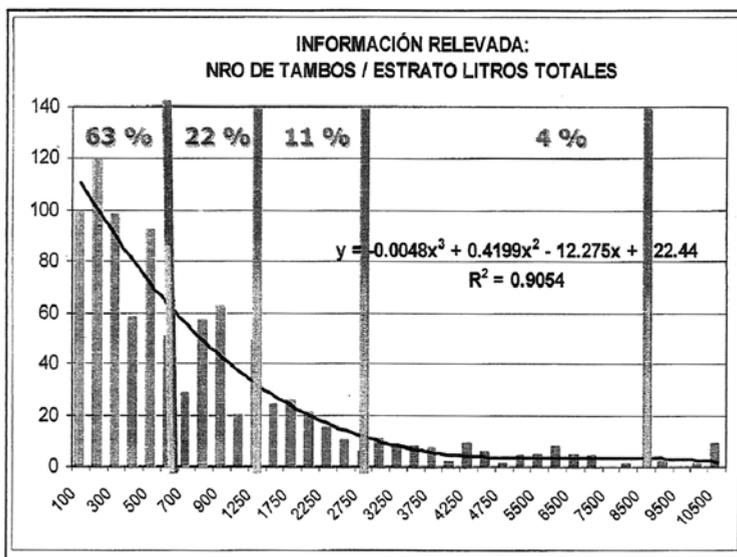
En la provincia de Entre Ríos, Argentina, se produce aproximadamente el 4 % de la leche de todo el país. La producción se caracteriza por la preponderancia de tambos medianos y pequeños, tal como se observa en la Fig. 1 (1), de los cuales muchos son productores habituales o circunstanciales de quesos debido a que las condiciones climatológicas (muchos días de lluvia en el año) (2), combinadas con la infraestructura caminera (muchos kilómetros sin pavimentar o afirmar) (3), imposibilitan el retiro de la leche de los tambos y se

evita perderla mediante su transformación en quesos. Los productores también recurren a esta práctica cuando condiciones del mercado hacen que por ello obtengan más valor por su producción.

La elaboración de estos quesos es realizada habitualmente por la gente que vive en el establecimiento y que desarrolla todas las tareas del mismo.

La tecnología de elaboración responde a la conjunción de: disponibilidad de recursos, principalmente la imposibilidad de contar con sistemas de refrigeración y hábitos tradi-

Figura 1. Estratificación de los establecimientos tamberos por producción diaria de leche (l/día) de la provincia de Entre Ríos.



cionalmente instalados en nuestra quesería, por lo que la producción de quesos de estos tambos-fábrica se orienta a los de tipo itálico, de baja humedad y de masa cocida, como el Reggianito, el Sardo, el Parmesano, el Sbrinz, entre otros, cuya forma de elaboración fue introducida y adaptada a nuestro país por los inmigrantes provenientes de Italia.

Entre las principales características sensoriales de estos quesos se pueden mencionar: consistencia dura, textura compacta, quebradiza y granulosa; pasta (interior de la pieza) firme y compacta; sabor salado, levemente picante, y olor característico, destinándose al consumo principalmente como "rallados" para el acompañamiento de platos de pastas, sopas, guisos y similares.

Dada la gran cantidad de establecimientos elaboradores de estos productos y la falta de sistematización de los procesos de elaboración, la calidad de los mismos es muy diversa, lo que imposibilita su reconocimiento y valorización, por lo que tienden a comercializarse y consumirse en mercados margina-

les, con una gran y comprobada pérdida de valor económico para los productores.

Sabido es que la calidad de un queso se establece a partir de sus características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales. Dentro de las características sensoriales encontramos descriptores que corresponden al *flavor* y otros a la textura. En este sentido, dada la gran importancia que ha cobrado el aspecto textural de los alimentos en general, y en especial de los quesos, importantes grupos de investigación de distintas partes del mundo se encuentran abocados a estudiar este tema, pero orientándose básicamente hacia sus quesos típicos (4), (5), (6). En particular, para esta variedad (itálicos de pasta dura), la textura es un significativo parámetro para su valoración.

Como estos quesos regionales son elaborados con la leche tal cual es obtenida del tambo, sin estandarizar, su composición es variable y heterogénea, tal como se muestra en la Fig. 2 y en la Tabla 1. Estos valores fueron determinados en un trabajo pre-

Figura 2. Perfil de composición de quesos regionales de la provincia de Entre Ríos (Argentina).

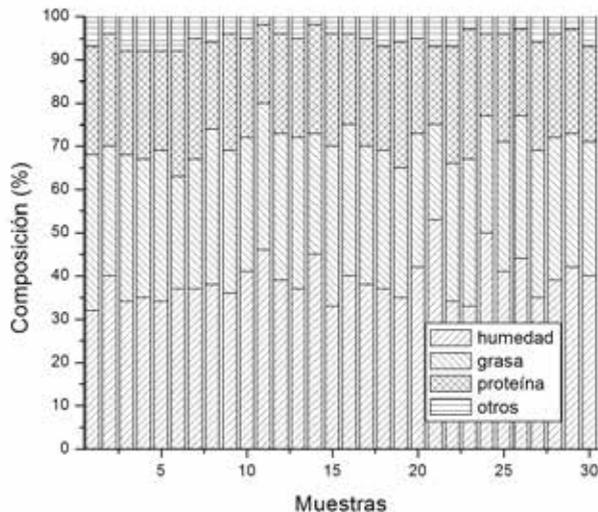


Tabla 1. Perfil de composición de quesos regionales de la provincia de Entre Ríos (Argentina)

	Humedad [%]	Grasa [%]	Proteínas Totales [%]	Otros [%]
Promedio	38,9	31,9	24,0	5,2
Desv. Estándar	5,0	3,2	3,1	1,8
Desv. Estándar / Promedio	12,9	10,0	12,9	34,6

vio (7) en donde analizamos la composición de 30 muestras de quesos regionales de la provincia de Entre Ríos. Estos datos inducen a pensar que la textura de estos quesos también ha de ser variable y heterogénea, algo que no se puede aseverar aún ya que no existen hasta el momento más datos al respecto ni, consecuentemente, relaciones entre las variables composicionales y la estructura determinante de la textura.

Es universalmente aceptado que el grado de humedad de un queso condiciona preponderantemente su dureza. Así es que el Código Alimentario Argentino clasifica los quesos según su porcentaje de humedad en:

Quesos de baja humedad (generalmente conocidos como de pasta dura): humedad hasta 35,9 %. Quesos de mediana humedad (conocidos como de pasta semidura): humedad entre 36,0 y 45,9 %. Quesos de alta humedad (generalmente conocidos como de pasta blanda o macíos): humedad entre 46,0 y 54,9 %. Quesos de muy alta humedad (conocidos como de pasta muy blanda o mole): humedad no menor a 55,0 % (8).

Por otra parte, actualmente se reconoce que no sólo la composición sino también la distribución de los componentes en las distintas fases es fundamental en la conformación de la estructura y en las propiedades (físicoquímicas, nutricionales, sensoriales)

de un alimento. Así, cambios estructurales asociados al procesado de alimentos conllevan cambios en dichas propiedades y en la calidad del producto final, constituyendo las denominadas relaciones estructura-propiedad-proceso (9).

El conocimiento profundo de estas relaciones permitiría establecer las condiciones de procesamiento capaces de lograr el producto de calidad deseada.

En términos del análisis sensorial, para el aspecto textural de estos quesos, la firmeza o dureza y la friabilidad son los descriptores más significantes. De acuerdo con la Metodología para la Evaluación Sensorial de Quesos Argentinos (10), en concordancia con criterios propuestos por el grupo de análisis sensorial del Programa FLAIR (COST 902) y AIR-CT 94-2039 de la Unión Europea (11), se entiende por firmeza o dureza a la resistencia que presenta la muestra a un pequeño desplazamiento de las mandíbulas, y por friabilidad a la aptitud que presenta la muestra de generar numerosos trozos desde el principio de la masticación.

Para dar un enfoque más orientado a las propiedades mecánicas de los materiales alimentarios (12) se preferirá usar el término firmeza, entendido en este caso como el esfuerzo máximo (fuerza) que un objeto soportará antes de romperse. La friabilidad se asimilará al concepto de fractura por el mecanismo de tensión o apertura de una

grieta, tal como hacen los dientes incisivos, para poder medir como una distancia la deformación que soporta el material alimentario antes de romperse.

2. Objetivos

- Valorizar instrumentalmente descriptores que definen características texturales del producto.
- Buscar correlaciones entre macrocomponentes del producto y los parámetros texturales valorizados instrumentalmente.

3. Materiales y métodos

3.1. Muestras

Se tomaron muestras de 20 establecimientos de la provincia de Entre Ríos que tienen procesos similares de elaboración y que obtienen quesos de apariencia comparables, a juicio de un consumidor no especializado. Estas muestras se analizaron a los 10+/-3 días de salidas las hormas de salmuera.

De 3 establecimientos se tomaron 3 muestras de cada uno, analizándose la primera con todas las demás (a los 10 días) y dejándose madurar las otras en cámara a 12+/-3 °C y 80+/-5 % de humedad, para analizarlas a los (aproximadamente) 65 y 95 días de maduración.

3.2. Análisis físicoquímicos

• Humedad

El objetivo de este análisis es determinar el porcentaje de agua contenida en la muestra de queso midiendo su pérdida de peso debido a la eliminación de aquella por calentamiento, bajo condiciones normalizadas.

Para realizar estas determinaciones se utilizó una balanza desecadora por rayos infrarrojos marca Sartorius modelo MA30. Se colocaron unos 10 gramos de muestra

de queso finamente desmenuzado sobre el platillo de la balanza. En modo automático, el equipo comenzó la deshidratación, dándola por concluida cuando no se produjo variación de peso; en el *display* del aparato apareció indicado directamente el % de humedad de la muestra analizada. La potencia de trabajo del equipo fue seleccionada para que el análisis se realizara en un tiempo de entre 8 y 10 minutos. Resultados de análisis realizados mediante este método se contrastaron con el obtenido por el método gravimétrico clásico de desecación en estufa a presión atmosférica a 100+/-2 °C, y no difirieron entre ellos en más de un 1 % (13) (14).

Se efectuaron determinaciones para todos los casos en el centro, en la zona media entre el centro y la corteza, y próxima a la corteza de las hormas.

• Materia grasa

Para determinar la cantidad de materia grasa contenida en los quesos, se utilizó el método de Gerber, que se basa en la digestión parcial de los componentes del queso, excepto la grasa, en ácido sulfúrico; emplea alcohol isoamílico para ayudar a disminuir la tensión en la interfase entre la grasa y la mezcla en reacción, lo que facilita el ascenso de los glóbulos pequeños de grasa por centrifugación. El alcohol reacciona con el ácido formando un éster que es completamente soluble en el mismo ácido.

Los equipos necesarios para realizar este análisis son: butirómetros Gerber para quesos, centrífuga para butirómetros y material común de laboratorio.

El procedimiento consiste en: 1- pesar directamente en la copa fijada en el tapón del butirómetro 3 g +/- 0.001 g de queso; 2- introducir la copa con la muestra de

queso dentro del butirómetro; 3- por la abertura superior del butirómetro agregar 10cm³ de ácido sulfúrico densidad 1,530 de tal manera que recubra todo el queso; 4- tapar la abertura y colocar el butirómetro en baño de agua a 65°C por 30 minutos, agitando cuidadosamente 2 o 3 veces durante ese tiempo para que se disuelvan todas las partículas de queso; 5- agregar 1cm³ de alcohol isoamílico o amílico, densidad 0,88 y agitar; 6- terminar de llenar el butirómetro con ácido sulfúrico hasta que el volumen llegue a aproximadamente las tres cuartas partes de la columna graduada; 7- tapar la abertura superior y volver al baño de agua por 5 minutos; 8- agitar y poner a centrifugar a 1200 rpm por 5 minutos; 9- volver el butirómetro al baño de agua y dejarlo 10 minutos; 10- hacer la lectura midiendo la fase grasa en la columna graduada del butirómetro; la lectura expresa directamente el porcentaje (m/m) de materia grasa contenida en la muestra de queso.

• *Nitrógeno total y nitrógeno soluble a Ph 4,6*

El proceso de proteólisis es el principal responsable de cambios en la mayoría de los quesos (15), tanto por sí mismo como a través de la liberación de compuestos que pueden ser sustratos de reacciones de decarboxilación, desaminación, etcétera, y que en conjunto son el origen de cambios de textura, aroma y sabor en los mismos.

Una de las técnicas más usuales para el seguimiento de la proteólisis es el análisis del contenido de nitrógeno de fracciones solubles en distintos solventes.

El esquema general del procedimiento consiste en tratar las muestras sucesivamente con agentes cada vez más precipitantes, separar las fases que se van generando y analizar el contenido de nitrógeno

en cada una de las fracciones obtenidas.

Si bien actualmente han aparecido técnicas más avanzadas, prácticamente en todas ellas es necesario llevar a cabo en primer lugar las etapas de extracción y fraccionamiento por lo cual las mismas conservan su vigencia y son continuamente puestas al día por medio de los boletines de la Federación Internacional de Lechería (FIL).

Como líquidos de extracción y fraccionamiento se utilizan agua y una amplia gama de soluciones acuosas, no siendo sencillo establecer un rango preciso de peso molecular para los compuestos nitrogenados presentes en cada fracción, aunque es evidente que a medida que se utilizan agentes precipitantes más enérgicos las sustancias que quedan en solución tienen pesos moleculares menores (16).

Desde el punto de vista industrial se utiliza normalmente la fracción soluble en agua o en solución de citrato de sodio a pH 4,4-4,6, compuesta principalmente por péptidos de 30 a 35 aminoácidos. El residuo insoluble de esta fracción está compuesto por las caseínas nativas que permanecen sin degradar y por los grandes péptidos productos de la acción del coagulante o de la plasmina.

Para obtener la fracción soluble a pH 4,6 se toman 10 g de la muestra de queso y se homogeneizan en mortero con 20 ml de solución de citrato de sodio 0,5M. La suspensión homogénea se trasvasa a un vaso de precipitado adicionando agua destilada hasta completar un volumen de aproximadamente 90 ml. Se agrega ácido clorhídrico 20% v/v hasta pH 4,6, bajo agitación magnética, pH que debe ser estable unos minutos. Luego se centrifuga a 3.000 rpm durante 10 minutos, obteniéndose dos fracciones: una soluble y otra insoluble.

La fracción soluble se trasvasa a un matraz y se diluye a 100 ml con agua destilada y se homogeneiza. Se toman 10 ml para la evaluación del nitrógeno (Ns pH 4,6).

La determinación del contenido de nitrógeno de cada fracción se lleva a cabo por destilación y posterior titulación (metodología Kjeldahl) aplicando un factor de 6,38 para obtener el contenido de proteínas.

La razón porcentual entre el nitrógeno en la fracción soluble a pH 4,6 y el nitrógeno total (determinado sobre la muestra de queso) brinda un valor conocido como "grado de maduración".

• *Textura*

Las determinaciones se realizaron utilizando un equipo Stable Micro Systems TA – XT2.

Consecuentemente con lo expuesto en el Título "Introducción", se trabajó en este equipo armado con el dispositivo de cuña de fractura A/WEG con una celda de carga de 5 Kg., ajustado con los siguientes parámetros:

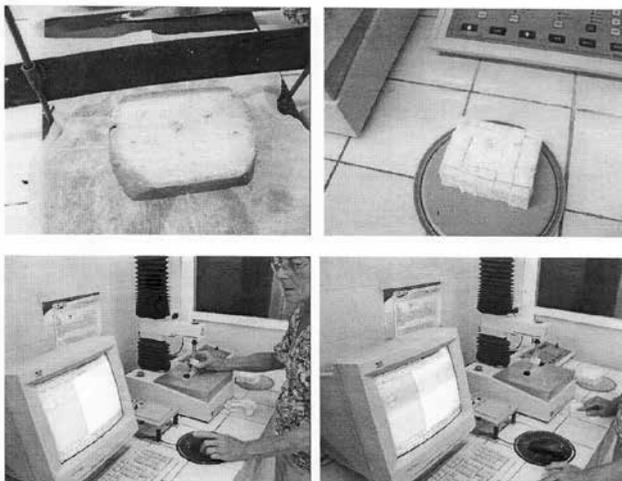
1) Modo: medida de fuerza en compresión; 2) Opción: retornar al inicio; 3) Velocidad de pretest: 1,0 mm/seg; 4) Velocidad de test: 2,0 mm/seg; 5) Velocidad de postest: 10,0 mm/seg; 6) Distancia (penetración): 10 mm; 7) disparador y tara automáticos.

Las hormas muestreadas tenían, como la mayoría de los quesos regionales de Entre Ríos, forma esferoide, con sección vertical de caras paralelas y bordes convexos.

Para realizar el análisis de textura, se procedió primeramente a cortar al medio cada horma, siguiendo un meridiano imaginario. A continuación, en una de las mitades, se realizaba un corte paralelo al primero, aproximadamente a 3 cm de distancia; de esta manera se generaba una rodaja de queso de este espesor. Luego esta rodaja (acostada) era cribada con cortes horizontales cada 1 cm y verticales cada 2 cm. De este modo se generaban los trozos que eran colocados en el texturómetro. Se analizaban los bloques que estuvieran íntegros, que no presentaran defectos morfológicos evidentes ni fueran muy próximos a la corteza.

Este procedimiento se ilustra en la Fig. 3.

Figura 3. Análisis de Textura.



En adelante, en este trabajo, se hará referencia a cada uno de estos trozos o bloques como "prisma de ensayo".

4. Resultados y discusión

En la Tabla 2 se presentan, de todas las muestras, los valores promedios (medi-

dos instrumentalmente) de los parámetros Fuerza y Distancia, asociados a los descriptores texturales Firmeza y Fracturabilidad, respectivamente.

En la Tabla 3 se presentan los valores promedio de los macrocomponentes de estos quesos.

Tabla 2. Parámetros texturales instrumentales de Quesos Regionales de la provincia de Entre Ríos (Argentina) – Tiempo de maduración: 10 días

Muestra N°	Fuerza Promedio [g] – (2)	STDEV Fuerza [g] – (3)	(3)/(2) [%]	Distancia Promedio [mm] – (5)	STDEV Distancia [mm] – (6)	(6)/(5) [%]
1	225,5	120,8	53,6	9,4	0,9	9,6
2	489,6	496,3	101,4	8,9	1,6	18,4
3	331,1	92,8	28,0	9,4	0,8	8,9
4	416,4	96,6	23,2	8,4	1,2	14,0
5	506,7	99,6	19,7	7,7	1,3	17,3
6	163,3	72,7	44,5	9,9	1,1	11,2
7	516,6	150,7	29,2	8,8	1,3	15,2
8	316,6	90,3	28,5	5,7	1,4	25,0
9	361,6	71,1	19,7	9,8	0,6	5,8
10	349,0	72,7	20,8	7,7	1,5	19,1
11	424,4	96,3	22,7	7,5	1,4	18,3
12	304,6	81,1	26,6	9,9	0,2	2,5
13	396,8	199,9	50,4	8,8	1,5	17,3
14	241,1	55,2	22,9	8,8	1,6	18,0
15	215,1	75,0	34,9	7,8	1,7	22,1
16	254,7	45,8	18,0	9,5	1,3	14,0
17	444,3	143,3	32,3	8,8	1,2	13,7
18	406,9	185,0	45,5	8,0	1,6	19,9
19	155,2	17,9	11,6	9,8	0,9	9,6
20	245,7	45,3	18,4	9,8	0,6	6,4
PROMEDIO	338,3	115,4	32,6	8,7	1,2	14,3
STDEV	111,3	100,7	19,9	1,1	0,4	5,9
STDEV / PROM.	32,9	87,2	61,0	12,3	33,2	41,0

Tabla 3. Composición (macrocomponentes) de Quesos Regionales de la provincia de Entre Ríos (Argentina) – Tiempo de maduración: 10 días

Muestra Nº	Humedad – [%]			M.G. [%]	Proteínas Totales [%]	Proteínas pH 4,6 [%]
	Promedio (9)	STDEV (10)	(10)/(9)			
1	40,6	1,9	4,8	30,4	24,3	0,51
2	38,0	3,2	8,3	34,4	26,7	0,57
3	39,2	1,8	4,7	34,3	28,1	0,34
4	41,8	0,8	2,0	28,5	27,5	0,23
5	40,4	0,4	1,1	28,5	26,9	0,17
6	47,1	0,7	1,4	24,5	25,2	0,22
7	40,8	0,5	1,1	27,0	28,5	0,65
8	39,5	1,4	3,6	28,5	23,5	0,38
9	38,8	0,2	0,5	30,0	24,6	0,43
10	40,0	1,2	2,9	31,0	26,1	0,33
11	39,9	1,3	3,2	28,0	26,5	0,33
12	40,9	0,7	1,7	28,0	27,0	0,42
13	32,4	2,5	7,7	36,0	26,1	0,30
14	34,5	0,5	1,5	35,0	21,5	0,31
15	39,4	1,3	3,3	32,5	28,4	0,48
16	44,6	1,3	2,8	31,7	21,6	0,61
17	45,6	0,6	1,3	29,6	22,8	0,59
18	28,8	1,2	4,2	38,2	27,7	0,48
19	43,8	1,2	2,6	28,3	25,2	0,51
20	41,4	1,6	3,8	29,8	24,6	0,52
PROMEDIO	39,9	1,2	3,1	30,7	25,6	0,4
STDEV	4,3	0,7	2,1	3,4	2,1	0,1
STDEV / PROM.	10,7	61,2	66,9	11,2	8,3	32,8

Respecto a la Firmeza de los quesos estudiados, se observa una notable variabilidad, puesta de manifiesto en que la relación del valor de la desviación estándar referido al valor medio de la población es del 32,9 %.

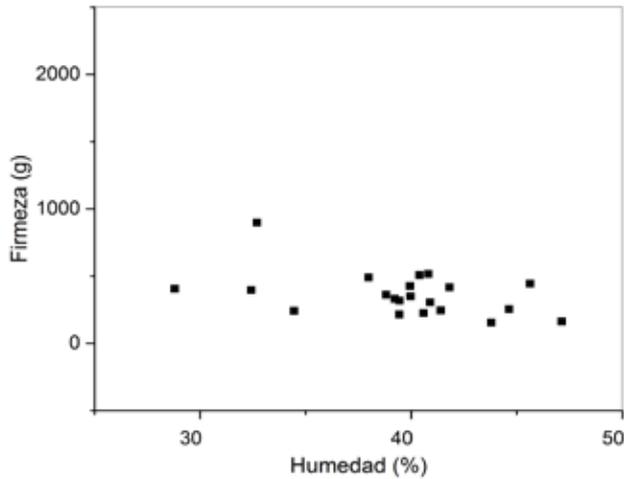
Realizados los análisis ANOVA no se encontró ninguna correlación estadísticamente significativa entre la Firmeza y alguno de los componentes del producto analizados (Humedad, Materia Grasa, Proteínas Totales y Proteínas Solubles), aunque una inspección de los datos de las Tablas 2 y 3

indican que a menor Humedad mayor Firmeza. Esto es más fácil de ver en la Figura 4 donde se grafica la Firmeza en función de la Humedad.

Los bajos valores de proteínas a pH 4,6 de la última columna de la Tabla 3 indican un muy bajo Grado de Maduración, por lo tanto el impacto de la proteólisis en la textura puede considerarse despreciable.

Se observa también que la variabilidad de los macrocomponentes es relativamente menor que la de la Firmeza.

Figura 4. Firmeza vs. Humedad de muestras de quesos regionales de la provincia de Entre Ríos con 10 días de maduración. Las muestras son las indicadas en las Tablas 2 y 3.



Al analizar los datos de cada muestra individualmente, se observa que la Firmeza también es muy variable dentro de cada queso, con algunas excepciones. Para ilustrar esto se puede ver en las Figs. 5, 6 y 7 los gráficos del análisis de textura de todos los “prismas de ensayo” de las muestras 16, 17 y 19 respectivamente. Se puede

apreciar que este último queso tiene una estructura más homogénea que los otros, observándose también claramente en esta muestra que uno de los prismas de ensayo presentaba una falla produciéndose su ruptura a poca distancia de recorrido de penetración de la cuña del aparato.

Figura 5. Queso Regional de Entre Ríos (Argentina); Muestra 16; tiempo de maduración: 10 días. Ensayo de textura; equipo TA – XT2; cuña de fractura A/WEG.

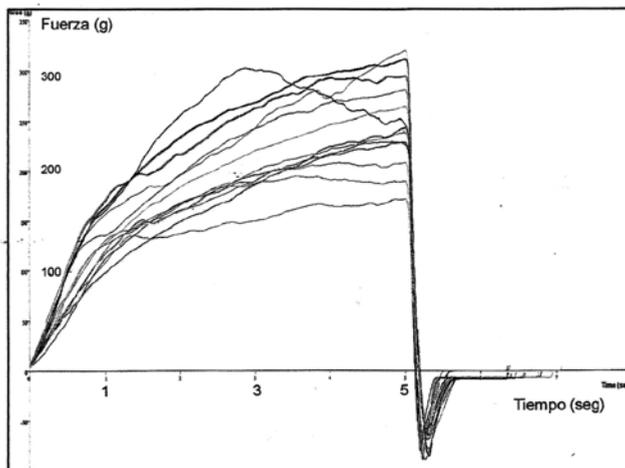


Figura 6. Queso Regional de Entre Ríos (Argentina); Muestra 17; tiempo de maduración: 10 días. Ensayo de textura; equipo TA – XT2; cuña de fractura AWEG.

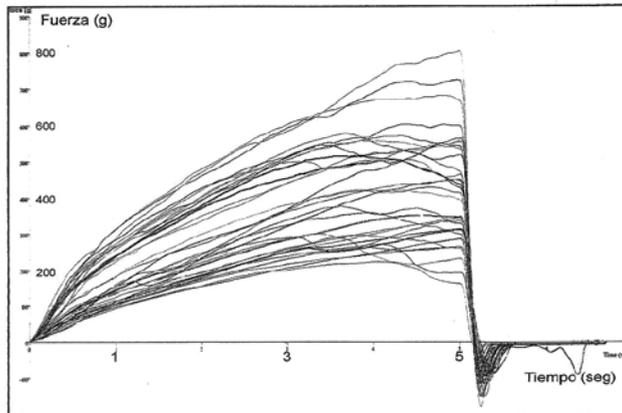
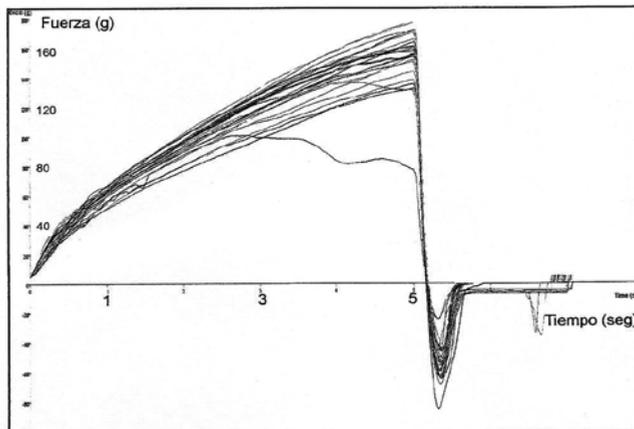


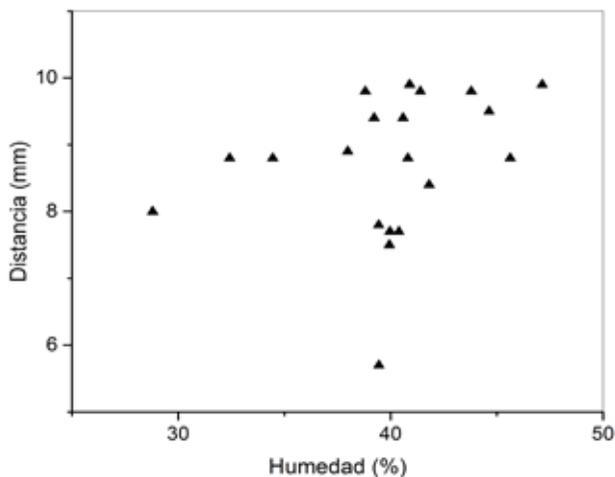
Figura 7. Queso Regional de Entre Ríos (Argentina); Muestra 19; tiempo de maduración: 10 días. Ensayo de textura; equipo TA – XT2; cuña de fractura AWEG.



Respecto a la Fracturabilidad, la variabilidad en la misma que tienen estos quesos (uno respecto a otro) es notablemente menor que la que tiene la Firmeza; al igual que con ésta, el ANOVA no reveló ninguna correlación estadísticamente significativa de la misma con los macrocomponentes del producto, y también en este caso, una lectura más cuidadosa de los datos ilustra-

dos en las Tablas 2 y 3 permite apreciar que a menor Humedad mayor Fracturabilidad. Esta relación se ve más claramente en la Fig. 8, donde se representa la distancia en función de la humedad porcentual. Como se mencionó al comienzo de esta sección esta medida está asociada con el descriptor Fracturabilidad: a mayor distancia la Fracturabilidad de la muestra es menor.

Figura 8. Valores de distancia (Fracturabilidad) en función de la humedad en muestras de quesos regionales de la provincia de Entre Ríos. Las muestras son las indicadas en las Tablas 2 y 3.



El estudio individual de cada queso revela que la variabilidad de la Fracturabilidad dentro de cada uno de ellos es mucho mayor que la de los promedios de la población entre ellos.

Esta misma observación es aplicable a la Humedad.

Como se mencionó anteriormente, de 3 muestras (16, 17 y 19) se recogieron 3 unidades idénticas (3 hormas), dos de las cuales se dejaron madurar en las condiciones descriptas, realizándoseles análisis a los 65 y 95 días. Los resultados de éstos se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Quesos Regionales de Entre Ríos (Argentina) – Evolución de su Textura y Humedad durante la maduración.

Muestra	16			17			19		
	10	65	95	10	65	95	10	65	95
Tiempo de Maduración – [días]									
Fuerza promedio (Firmeza) [g] – (1)	254,7	609,1	1.117,7	444,3	597,4	1.236,3	155,2	466,9	591,6
STDEV Firmeza [g] – (2)	45,8	259,2	430,6	143,3	215,3	435,7	17,9	151,5	261,9
(2)/(1) [%]	18,0	42,6	38,5	32,3	36,0	35,2	11,6	32,4	44,3
Distancia promedio (Fracturabilidad) [mm] – (4)	9,5	8,9	8,0	8,8	8,1	6,1	9,8	6,6	5,8
STDEV Fracturabilidad [mm] – (5)	1,3	1,2	1,7	1,2	1,7	1,6	0,9	2,2	1,4
(4)/(5) [%]	14,0	13,9	20,7	13,7	21,2	26,3	9,6	33,8	24,8
Humedad Promedio [%]	44,6	39,7	31,1	45,6	38,0	36,2	43,8	37,9	36,0

En la información que presenta la Tabla 4 se puede apreciar, principalmente, el descenso de la Humedad y el aumento de la Firmeza y la Fracturabilidad de todas muestras a lo largo de la maduración.

El análisis ANOVA indica que la relación entre la Firmeza y la Humedad es estadísticamente significativa con un intervalo de confianza del 95,0% y moderadamente fuerte, explicándose el 63,0 % de la variabilidad con un modelo lineal ajustado representado por la siguiente ecuación:

$$\text{Firmeza (g)} = 2.967,77 - 60,1779 * \text{Humedad (\%)}$$

El mismo análisis para la Fracturabilidad indica que su relación con la humedad no es estadísticamente significativa y que una ecuación de un modelo lineal ajustado sólo explicaría el 41,6 % de la variabilidad.

5. Conclusiones

El análisis de los datos recogidos y las observaciones hechas durante las elaboraciones en los distintos establecimientos que dieron origen a las muestras de queso analizadas en este trabajo, evidencian la existencia una muy estrecha relación entre la manera (proceso) de elaboración, la estructura de los quesos obtenidos y sus respectivas propiedades texturales.

Durante la deshidratación (desuerado), el coágulo formado en la tina es sometido a las operaciones de corte (lirado), agitación y calentamiento. Los trozos de cuajada que se generan por el corte se van deshidratando de manera más intensa a nivel superficial, "encapsulando" a cada uno de ellos; estos trozos luego se unen mediante prensado, quedando suero retenido entre ellos, el que es evacuado parcialmente por el mismo prensado, luego por el salado y

finalmente por el secado durante la maduración. Cantidades relativas diferentes de agua residual en sus distintas formas hace que aunque la humedad global de diferentes quesos sea la misma o similar, su estructura y por lo tanto sus propiedades texturales sean diferentes.

A modo de ejemplo observamos los datos de las muestras 17 y 19 a los 10 días de maduración en las Figs. 6 y 7 y en la Tabla 4: la estructura de la segunda es más uniforme que la de la primera; en la elaboración de la muestra 17 el lirado fue manual, en tanto que en la de la 19 fue mecanizado, garantizando en ésta más uniformidad en el tamaño de los granos que conformaron la horma.

Al no existir, a nivel operativo industrial, alguna forma de determinar cuánta agua va quedando en cada una de las distintas formas en que la misma está presente en la cuajada, son el oficio y/o la experiencia los que guían al maestro quesero en estas operaciones. Esto explica los datos relevados por este trabajo e incentivan a continuar trabajando en este tema a fines de conocerlo más profundamente y desarrollar tecnologías que permitan alcanzar las propiedades deseadas de los productos, lo que permitiría satisfacer más a los consumidores y aumentar así el valor de la producción en beneficio de toda la cadena productiva.

Finalmente, cabe consignar que los resultados de este análisis deberían relacionarse con los estudios sensoriales correspondientes para determinar las preferencias de los consumidores. Durante la realización de este trabajo sólo se hicieron pruebas preliminares; los resultados de éstas y de las que se obtengan en un estudio más exhaustivo usando quesos elaborados en forma similar son el objetivo de una futura comunicación.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Entre Ríos, a través de sus Proyectos de Investigación PID 8060 y PID 2148.

Al Laboratorio de Análisis Físicoquímicos de los Alimentos, Facultad de Ciencias de los Alimentos, UNER.

A Claudia Lessa (in Memoriam).

Al Laboratorio de Calidad de Leche, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNER.

A Alimentos Vida SA, Grupo Vidalac.

Referencias bibliográficas

1. Mesa Pública de Costos y Resultados de la Cadena Láctea. Informe Final. Convenio Interinstitucional (Grupo de Expertos). Ministerio de la Producción. Gobierno de Entre Ríos, 2011.
2. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Informe Meteorológico. <http://www.inta.gov.ar/parana>
3. Entreriosotal. <http://www.entrieriosotal.com.ar>
4. Fox, P.; Cogan, T. (2000). *Fundamentals of cheese science*. Aspen Publishers, Inc.
5. Gunasekaran, S.; Mehmet Ak, M. (2003). *Cheese Rheology and Texture*, CRC Press.
6. Tunick, M.; Van Hekken, D. (2006). *Chemistry and Rheology of Cheese*, American Chemical Society.
7. Pérez, D.; Simonetti, M.; Taher, H. 2012. Caracterización bromatológica de quesos regionales de la provincia de Entre Ríos. *Revista FABICIB N° 16*, pp. 105–118. Ediciones UNL
8. Código Alimentario Argentino, Capítulo VIII, Artículo 605.
9. Fito, P.; LeMaguer, M.; Betoret, N. y Fito, P. J. (2007). Advanced food process engineering to model real foods and processes: The "SAFES" methodology. *Journal of Food Engineering*, vol. **83**, pp. 173–185.
10. Montero, H. *et al.*, INTI, Lácteos, 2005, Jornadas de Análisis Sensorial, Argentina.
11. INRA, 1994, *Guide D'Evaluation Sensorielle de la Texture des Fromages a pâte dure ou semidure*.
12. Dobraszcyk, B.; Vincent, J. 2001. Textura de los Alimentos, Medida y percepción, Rosenthal, A., Editorial Acribia, SA, Zaragoza.
13. Norma FIL 4A: 1982. Quesos y quesos procesados. Determinación del contenido de Sólidos totales (Método de Referencia).
14. Marshall, R. 1992. *Standard Methods for the examination of dairy products*. 16th Edition.
15. Bernal, S.; Palma, S.; Hynes, E.; Perotti, M. 2001. Determinación de fracciones nitrogenadas para el seguimiento de la maduración de quesos. *Revista Argentina de Lactología*, vol. **20**, pp. 09–18.
16. Zalazar, C.; Candiotti, M.; Mercanti, D.; Bergamini, C.; Meinardi, C. 2006. Maduración de quesos y su control. *Avances en microbiología, bioquímica y tecnología de quesos*. Ediciones UNL. Santa Fe.