



**Efecto de la incorporación de fermentos
propiónicos sobre la calidad de queso
Pategrás**

Nicolás Durruty

Director: Jorge Lara

Co-Director: Eduardo Artiñano

Lugar de Trabajo:

Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

Universidad Nacional de La Plata

2018

Este trabajo final de grado de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, fue realizado en el Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales (LIPA).

AGRADECIMIENTOS

- A mi director Jorge Lara, co-director Eduardo Artiñano y a Ariel Vicente, quienes posibilitaron que realice este trabajo en la cátedra de Agroindustrias, por sus conocimientos tanto académicos como de investigación, pero principalmente por estar siempre con buena predisposición ante cualquier situación que se presentó.
- A cada una de las personas que trabajan en la cátedra de Agroindustrias, que me hicieron sentir como en casa, brindándome cada uno su colaboración en distintos momentos.
- A mis amigos, con los que compartí grandes momentos y fueron un gran apoyo durante todos estos años.
- A mis familiares, con los que pude contar incondicionalmente en cada momento de mi etapa universitaria y de vida.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 ORIGEN DE LOS QUESOS ARGENTINOS.....	12
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR	12
1.3 QUESOS DE MEDIANA HUMEDAD.....	14
1.4 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO PATEGRÁS	15
2. OBJETIVO E HIPÓTESIS	21
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1 ANÁLISIS DE MATERIA PRIMA	24
3.2 ELABORACIÓN DE QUESO	26
3.3 ANÁLISIS DE LOS QUESOS	28
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	31
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1 COMPOSICIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	34
4.2 ANÁLISIS DURANTE LA ELABORACIÓN	34
4.3 ASPECTO DEL QUESO PATEGRÁS	35
4.4 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS DE LOS QUESOS.....	37
5. CONCLUSIONES	43
6. REFERENCIAS.....	45

Índice de tablas y figuras

Tablas

<u>Tabla 1:</u> <i>Composición del queso Pategrás Argentino (Zalazar et al, 1988).....</i>	17
<u>Tabla 2:</u> <i>Densidad, acidez y composición de la leche usada en la elaboración de queso.</i>	37
<u>Tabla 3:</u> <i>pH y acidez durante la elaboración de queso Pategrás elaborados con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P < 0,05$.</i>	38
<u>Tabla 4:</u> <i>pH y acidez de queso Pategrás elaborados con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico), madurado durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P < 0,05$.</i>	42
<u>Tabla 5:</u> <i>Textura en queso Pategrás elaborados con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico), madurado durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P < 0,05$.</i>	44
<u>Tabla 6:</u> <i>Color (L^*, a^*, y b^*) de queso Pategrás elaborados con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico), madurado durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P < 0,05$.</i>	44

Figuras

<u>Figura 1:</u> <i>Proceso de corte del coágulo (lirado)</i>	30
<u>Figura 2:</u> <i>Evaluación sensorial de queso Pategrás elaborado con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico), madurado durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C</i>	33
<u>Figura 3:</u> <i>Ejemplo de gráfico de determinación del perfil de texturas (Hleap, Velazco, 2010)</i>	34
<u>Figura 4:</u> <i>Aspecto externo de queso Pategrás elaborado con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico), madurado durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20°C</i>	39
<u>Figura 5:</u> <i>Aspecto en un corte transversal de queso Pategrás elaborado con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico), madurado durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C</i>	39
<u>Figura 6:</u> <i>Materia grasa de queso Pategrás elaborado con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico) madurados durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia a $P < 0,05$</i>	40
<u>Figura 7:</u> <i>Extracto seco de queso Pategrás elaborado con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico) madurados durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20°C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia a $P < 0,05$</i>	41
<u>Figura 8:</u> <i>Proteína de queso Pategrás elaborado con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico) madurados durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P < 0,05$</i>	43
<u>Figura 9:</u> <i>Puntuación de análisis sensorial de queso Pategrás elaborado con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico) madurado durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C, con escala hedónica de 9 puntos. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P < 0,05$</i>	45

RESUMEN

El Pategrás es uno de los quesos de pasta semi-dura de mayor popularidad en nuestro país. El Código Alimentario Argentino (CAA) permite para dicho queso la presencia de algunos ojos pequeños o medianos, bien diseminados. Estas cavidades pueden obtenerse por acción de bacterias lácticas heterofermentativas o bien en forma menos frecuente por empleo de propiónibacterias (*Propionibacterium shermanii* y *Propionibacterium globosum*). El objetivo del presente trabajo es determinar la influencia del empleo de propiónibacterias sobre la composición y calidad de queso Pategrás. Para ello se obtuvo leche del Tambo 6 de Agosto de la FCAyF y se caracterizó la misma en términos de composición. La leche se descremó parcialmente y se empleó para elaborar queso Pategrás utilizando sólo fermentos lácticos (Testigo) o bien fermentos lácticos y propiónicos (Propiónico). Ambos tipos de quesos se elaboraron siguiendo las mismas prácticas y se maduraron a 4 °C por 7 días, a 15 °C por 14 días, y a 20 °C durante 7 días. Finalizado dicho periodo se tomaron muestras y se determinó el contenido de humedad, proteína, materia grasa, y acidez, el pH, la textura (dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad y masticabilidad) y el color. Asimismo, se realizó una evaluación sensorial con un panel de consumidores empleando una escala hedónica de 9 puntos en términos de sabor, textura, color y aceptabilidad general. La leche empleada en las elaboraciones se ubicó dentro de los valores normales establecidos en el CAA. Los quesos Testigo y Propiónico no mostraron grandes variaciones en términos de su composición química, color y textura. La humedad fue algo baja en ambos tratamientos para un queso de mediana humedad. El pH se ubicó en niveles de 5,2 en ambos casos, los cuales están por debajo del óptimo para el desarrollo de las propiónibacterias. Ensayos de coagulación de leche en presencia de fermentos lácticos homofermentativos y propiónicos en forma individual o combinada, mostraron que la presencia de propiónibacterias se tradujo en la producción de CO₂, sugiriendo indirectamente que los fermentos empleados no presentaron problemas de viabilidad. Los resultados del presente trabajo indican que la adición de propiónibacterias no provocó diferencias marcadas en el queso Pategrás en términos de sus

propiedades físicas, químicas y sensoriales. Esto podría asociarse a que no se lograron las condiciones óptimas para el desarrollo de dichos fermentos en la masa del queso. A partir de la revisión de la literatura se concluye que alguno de los factores que podrían haber limitado la proliferación y acción de las propiónibacterias son el bajo pH y el elevado extracto seco.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ORIGEN DE LOS QUESOS ARGENTINOS

Si bien la producción láctea argentina tiene sus orígenes con la llegada a la gobernación de Buenos Aires de Juan de Garay, responsable de su segunda fundación, quien introdujo el ganado vacuno en la región del Río de la Plata en 1580, el desarrollo del sector fue muy limitado hasta la segunda mitad del siglo XIX. En esta etapa la producción animal se orientó principalmente a la producción de grasa, carne y cueros, quedando la leche como un producto relegado y de importancia marginal. De todos modos, en el libro “Facundo” de Domingo Faustino Sarmiento, publicado en 1810, se menciona la producción de quesos “Tambero” en forma casera que se destinaba a los comercios locales. El desarrollo del sector lácteo comenzó a tener mucho más dinamismo con las corrientes migratorias provenientes de Europa a fines del siglo XIX, principalmente de países como Italia, España, Suiza y Alemania. Muchos inmigrantes de estos países estaban vinculados con la producción e industrialización de la leche. De la conjunción de los inmigrantes con la población local, surgieron las queserías, en forma de cooperativas o privadas. Estas queserías, produjeron una amplia variedad de quesos, entre los que se puede mencionar principalmente los de pasta semidura, como lo son el Criollo, Colonia, Pategrás, Gouda, Fontina, Gruyere, Emmental, entre otros. Una característica inicial de estos quesos fue su heterogeneidad, dada por la irregularidad de la materia prima, falta de recursos tecnológicos, por las diferentes tradiciones de elaboración y por la baja exigencia de los consumidores. El crecimiento del sector lácteo en términos de volumen, las mejoras en la higiene en el almacenamiento de la leche hasta su procesamiento (ej. enfriamiento) logró mejorar las características desde el punto de vista microbiológico (**Anon, 2018**).

1.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR

La producción nacional de leche creció a una tasa promedio del 3% anual durante la mayor parte de los últimos 40 años, con cambios tendenciales a principios de los '70, cuando la producción pasó de 4.000 millones a 5.000

millones de litros, y en la década del '90, cuando la misma saltó de 6.000 millones a más de 10.000 millones de litros (**Harnan y Cano. 2016**).

A partir del año 1999, el sector sufre una crisis, debido a la devaluación de la moneda brasileña, siendo este país el principal comprador de productos lácteos argentinos, por lo que la exportación a Brasil se contrajo marcadamente, produciendo localmente una sobreoferta que generó el descenso del precio de la leche (**Román, 2013**). Luego, en el año 2001, sucede la mayor crisis económica argentina, que impacto en forma general a todas las actividades productivas. En el año 2002 se observa la caída de la producción, la cual se contrajo a 8.500 millones de litros. En el año 2004 comienza el repunte productivo del sector, debido principalmente al aumento del precio de la leche, pero continuó el descenso de unidades productivas, lo que evidenciaba el proceso de concentración que sufría el sector lechero.

Durante los últimos 10 años, el sector lechero mostró un comportamiento errático, siempre estando la producción alrededor de los 10.000 millones litros siguiendo con la concentración del sector, debido al aumento de la producción en tambos de medianos y grandes, acompañado de la desaparición de gran parte de los productores pequeños (**Harnan y Cano, 2016**). Más allá de los vaivenes productivos asociados con fenómenos climáticos y socio-económicos el principal destino de la leche producida en nuestro país ha sido con cerca del 50% del volumen total la producción de quesos.

1.3 QUESOS DE MEDIANA HUMEDAD

El Código Alimentario Argentino define quesos de mediana humedad o de pasta semidura a aquellos que contienen humedad entre 36,0 y 45,9% (**CAA, 1969**). El queso Pategrás es en la actualidad el queso de pasta semi-dura más popular en la Argentina, la forma más común es la horma cilíndrica de 4,2-4,5 kg de peso, generalmente recubierto de parafina o pintura de color amarillo o rojo. Se trata de un queso graso (45-59% de materia grasa / extracto seco) de masa semicocida, pasta compacta, firme y elástica, con o sin algunos ojos bien diseminados; sabor dulce característico; aroma suave, limpio, agradable, bien desarrollado; color blanco-amarillento uniforme. Los quesos pueden ser de tamaño grande (5-10 kg, maduración mínima 2 meses), mediano (1-5 kg, maduración mínima 1,5 meses) o chico (<1 kg, maduración mínima, 1 mes) (**Zalazar et al, 1988**).

El queso Pategrás que se comercializa en la actualidad se caracteriza por poseer un rango de valores medianamente estables, tanto en materia grasa, proteínas, humedad y pH. En la siguiente tabla se puede observar dichos valores.

Tabla 1: Composición del queso Pategrás Argentino (Zalazar et al, 1988)

Determinación	Nivel
Proteína total (g/100g)	24,54 ± 2,38
Nitrógeno soluble a pH 4,6 (mg/g)	5,45 ± 2,01
Ac. grasos libres totales (meq/100g)	0,70 ± 0,27
Materia grasa (%)	23,13 ± 0,27
Humedad (%)	39,42 ± 3,51
pH	5,72 ± 0,18

1.4 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO PATEGRÁS

1.4.1. ESTANDARIZACIÓN DE LA LECHE Y TRATAMIENTO TÉRMICO:

La estandarización de la relación grasa/proteína (MG/PT) es de suma importancia puesto que determina en buena parte las propiedades de la masa obtenida. Para el queso Pategrás por ser un producto graso el cociente MG/PT puede ubicarse en un rango amplio entre 0,82 y 1,5. En la elaboración de quesos de pasta semi-dura con ojos, se recomienda ubicarse en el rango 0,90 - 0,92 MG/PT (**Gauna, 2005**). Una vez estandarizada la leche se somete a un proceso de saneamiento. El CAA exige la pasteurización de la leche para quesos que tienen un proceso de maduración inferior a 60 días. Su principal objetivo es el de eliminar patógenos en la leche. (**Alarcón, 2009**). La pasteurización de baja consiste en un tratamiento a 63°C por 30 minutos.

1.4.2. MADURACIÓN DE LA LECHE:

El proceso de maduración consiste en favorecer la proliferación de bacterias, capaces de producir ciertos metabolitos de interés en los quesos. Uno de estos compuestos es el ácido láctico producido por bacterias de homónimo grupo capaces de producirlo por hidrólisis y oxidación parcial de la lactosa. Desde las bacterias fermentadoras naturales de leche y suero, hasta los actuales fermentos mixtos liofilizados y/o congelados, estos productos han sido optimizados para reducir la variabilidad que intrínsecamente conlleva el uso de bacterias lácticas en una matriz tan compleja como lo es la masa del queso. A excepción del queso Gouda, en el que la flora predominante está compuesta por bacterias lácticas mesófilas y no lácticas (termófilas y mesófilas), en los quesos con ojos elaborados en la República Argentina (Pategrás, Fontina, Gruyere, Emmental, Criollo), los fermentos son en un alto porcentaje termófilos: Mezclas de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*. En el caso de quesos con ojos, especialmente en el caso

de leche no termizada sino pasteurizada, pueden emplearse además de fermentos lácticos fermentos propiónicos. Los mismos están compuesto en su mayoría por *Propionibacterium shermanii* y *Propionibacterium globosum*. Estos microorganismos Gram positivos inmóviles de unos 6 micrones de largo, catalasa positivas, sin esporas, producen ácido propiónico, ácido acético y dióxido de carbono, a partir del ácido láctico producido por las bacterias lácticas. El CO₂ liberado es el responsable de la formación de ojos durante la maduración del queso. Este tipo de bacterias tienen requerimientos tanto nutricionales como ambientales específicos para su crecimiento y desarrollo. Se ha estudiado en detalle, que las propiónibacterias no necesitan la presencia de aminoácidos para proliferar, ya que poseen peptidasas para producirlos (**Hettinga y Reinbold, 1972**) pero si es altamente beneficioso la presencia de los mismos. La presencia de vitaminas y extractos de levadura, son requeridos para su crecimiento. Hay sustancias que pueden estimular el crecimiento de los fermentos propiónicos, como también inhibirlo. Es el caso del propionato tanto sódico como cálcico (principalmente sódico) que en concentraciones superiores al 4% inhiben el crecimiento de las propiónibacterias (**Peltola, 1940**). Dentro de los factores ambientales, tienen una gran influencia tanto la temperatura como el pH. En principio, algunos autores indicaban que las propiónibacterias crecían y desarrollaban en un rango de temperaturas de 15 a 40 °C, luego se descubrió que las propiónibacterias podían desarrollarse con temperaturas de 2,8 °C a 7,2 °C, con un periodo de maduración, aunque se demostró que con esa temperatura hay defectos y problemas a nivel industrial (**Hettinga y Reinbold, 1972**). En la actualidad, está demostrado que poseer una etapa de baja temperatura (4 °C) al inicio de la maduración, favorece selectivamente a las propiónibacterias, las cuales se desarrollan más intensamente con una etapa posterior a 20 °C, además de reducir la actividad de la diacetilo reductasa (**Gauna, 2005**). En lo que respecta al pH, se encontró que el rango óptimo para su desarrollo fue de 6,5 a 7. Con posterioridad, se determinó a medida que el pH descendía de 6,0 hasta 5,0, se retrasaba la tasa de crecimiento de las bacterias (**Hettinga y Reinbold, 1972**). Si bien tener un pH más alto favorece la proliferación de propiónibacterias, es

necesario que la masa posea un pH más bajo (5,25-5,30) para estimular la producción de diacetilo por las bacterias lácticas; esto se explica porque la citrato-permeasa esta activa a pH inferior a 6,0, lo que permite el ingreso de citrato al interior de la célula y la oxalacetato descarboxilasa tiene un pH optimo entre 5,0 y 6,0. En la práctica para la elaboración de quesos con bacterias lácticas y propiónicas en forma combinada se puede adicionaron ambos fermentos y cloruro de calcio (0,3 g/L de leche). Luego se madura en frio (4 °C) por 20 horas para finalmente realizar una maduración a 35 °C por 30 minutos antes de la coagulación.

1.4.3. COAGULACIÓN:

El proceso de coagulación de quesos con ojos exige la máxima sensibilidad del maestro quesero para determinar el punto de aparición de los primeros flóculos, indicador de que al menos un 80% de la concentración de caseína ha sido hidrolizada, casi culminando de este modo la fase enzimática de la coagulación. A partir de allí y en forma ininterrumpida ocurre la fase no enzimática de agregación que permitirá la formación del gel (**Sbodio y Revelli, 2012**). La determinación del punto de floculación es de máxima importancia dado que el maestro quesero debe considerar a este tiempo (en minutos) como el 60-70% del tiempo total de coagulación, el restante 40-30% será el tiempo de endurecimiento de la cuajada; esta relación será conservada independientemente del tipo de cuajo o coagulante utilizado. Respetar los tiempos afectará el rendimiento del queso, ya que si el mismo es demasiado, aumentarán los niveles de péptidos amargos en la masa, lo que afectará marcadamente la calidad del queso (**Gauna, 2005**), además la formación de los granos de coagulo no será limpia, provocando una pérdida excesiva de suero.

1.4.4 CORTE Y AGITACIÓN DE LA CUAJADA:

El objetivo de la etapa de corte es aumentar la superficie de la cuajada lo que permite la salida del agua intra e inter-granular. El tamaño de grano para la tecnología de queso Pategrás, Gouda y Criollo es de 5 mm de diámetro (para Fontina, Gruyere y Emmental es de 2,5 mm). La homogeneidad del tamaño es importante puesto que permite la óptima evacuación del suero. La agitación suave y constante favorecerá la individualidad de los granos manteniendo libres las superficies de intercambio obtenidas durante el corte y uniformar la transferencia de calor. (**Gauna, 2005**).

1.4.5 LAVADO Y COCCIÓN DE LA MASA:

La operación de lavado consiste en un reemplazo parcial de suero por agua en la tina. La misma favorece el deslactosado de la cuajada con lo cual se regula el pH final de la misma y se redujo el riesgo de acumulación de azúcares residuales en la masa del queso (previo al ingreso a salmuera). Una forma común de realizarlo es eliminar cerca del 30% del suero, y reponer con agua pasteurizada el 20% de la cantidad de leche inicial (**Bain, 2012**).

1.4.6 COCCIÓN:

La cocción consiste en el aumento de la temperatura la masa, y tiene como objetivo favorecer la contracción de los granos de cuajada, disminuyendo su hidratación. La velocidad de calentamiento es muy importante. Debe tener un ritmo de ascenso 0,5 a 2,5 °C/min hasta llegar a 45 °C. De superarse dicha velocidad puede formarse una costra impermeable sobre la superficie de los granos, disminuyendo el desuerado (**Gauna, 2005**).

1.4.7 MOLDEO:

El sistema de moldeo varía de acuerdo con la escala de producción, se puede realizar de manera industrial o de forma manual, en donde luego del reposo de la masa en el fondo de la tina (fondeo), se procede a la pesca de la misma a través de tela suiza, obteniéndose una masa en un equivalente al 9,5-10% del peso de la leche utilizada en la elaboración. Una vez realizada esta operación, se coloca la masa sobre la mesa de moldeo y se realiza un pre prensado manual para luego hacer el corte en bloques.

1.4.8 PRENSADO Y SALAZÓN:

La etapa de prensado posee como objetivos favorecer la salida de suero inter-granular y del aire ocluido y asegurar la cohesión de granos. La intensidad del prensado debe seguir la expulsión del suero intra-granular que se incrementa conforme la acidificación permeabiliza la pasta (**Matallana Ventura, 1951**). La etapa de salado posee como objetivos incorporar sal (cloruro de sodio) que contribuye a realzar el sabor, aportar a la formación de la corteza, favorecer al desuerado inter-granular, inhibir el desarrollo de la flora indeseable y actuar selectivamente con la microflora utilizada como fermento. Se agrega NaCl 200 g/litro lo que permite evitar una excesiva desmineralización de la superficie del queso. El pH de la salmuera debe ser 5,3 para mantener el equilibrio con la masa, con una concentración de sal de 20% (**Gauna, 2005**). La salazón se realiza en pileta de salmuera, por inmersión. Finalizada la salazón los quesos pueden orearse 1 a 2 días en cámara de 4-6 °C con una buena circulación de aire.

1.4.9 MADURACIÓN Y TERMINACIÓN:

La maduración incluye una serie de cambios físicos y químicos que van dando al queso su textura y sabor definitivos. Los agentes responsables de la transformación de la cuajada en su producto final son las enzimas provenientes de

la leche, el cuajo y la flora microbiana (fermentos). Resulta muy importante respetar los tiempos, temperaturas, humedad de maduración para obtener buen resultado. En el caso de queso Pategrás puede dividirse el proceso de maduración en 3 etapas, la inicial a baja temperatura (4 °C durante una semana), una intermedia a 15 °C durante dos semanas, y una final en cámara caliente (20 °C) durante una semana, para permitir la fermentación propiónica, provocar la apertura de ojos y bajar la proteólisis precedida de una etapa en la que predomina la acción de las bacterias lácticas no iniciadoras (NSLAB) y las bacterias fermentadoras de citratos (*Lactobacillus lactis subsp diacetylactis* y *Leuconostoc*) que producen CO₂. **Gauna (2005)** indica que la temperatura de esta fase es importante puesto la misma puede afectar la retención del CO₂ producido. Asimismo, estos quesos pueden presentar notas a nuez asociadas con la presencia de diacetilo. Generalmente se considera que los niveles necesarios para una percepción de dichas notas rondan en los 1,6 a 4 ppm de diacetilo. La temperatura de la etapa inicial de la maduración puede tener influencia sobre el contenido de este compuesto debido principalmente a que influye marcadamente sobre su degradación por acción de una diacetilo reductasa. *De todos modos, el grado en que afecta las propiedades físicas, químicas y sensoriales dependerá de múltiples factores tales como la flora de los quesos, la duración de maduración, temperatura del período, entre otros. En tal sentido el objetivo del presente trabajo final fue evaluar la influencia del empleo de propiónibacterias sobre la composición y calidad de queso Pategrás.*

2. OBJETIVO E HIPÓTESIS

OBJETIVO:

- Evaluar la influencia del empleo de fermentos propiónicos sobre la composición y calidad de queso Pategrás.

HIPÓTESIS:

-La adición de fermentos propiónicos permite obtener quesos Pategrás con mejores características de color, sabor, textura, calidad nutricional, respecto a quesos producidos solo con fermentos lácticos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ANÁLISIS DE MATERIA PRIMA

Se recibió la leche proveniente del tambo 6 de Agosto de la Facultad de Cs. Agrarias y Forestales UNLP. Se realizaron las siguientes determinaciones:

a) *Prueba del alcohol y densidad:*

Este test se emplea para determinar en forma indirecta la estabilidad de las proteínas de la leche. Se tomaron 2 mL de leche y se mezclaron con 2 mL de alcohol etílico 70% v/v. Luego de 1 minuto se observó la formación de flóculos, que indicaría una leche poco estable. La densidad de la leche está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contenga la leche, la cual se determinó colocando una muestra de leche en una probeta de 200 mL utilizando un densímetro de leche. Los valores se expresaron en g/mL. Las determinaciones se realizaron por duplicado.

b) *pH y acidez:*

Tanto el pH como la acidez son importantes para evidenciar alteraciones que pudo sufrir la materia prima debido al uso de sustancias de naturaleza alcalina (neutralizantes) o problemas en la conservación (fermentación láctica excesiva). El pH normal de la leche se ubica en el rango de 6,6 a 6,8. Se determinó en forma potenciométrica empleando un pHmetro previamente calibrado con dos soluciones buffer (pH 4,0 y 7,0). La acidez de la leche se midió según el método Dornic ubicándose los valores normales entre 13-18 °D. Para realizar el análisis se tomó una alícuota de 10 mL de leche en un Erlenmeyer, se agregaron 3 gotas de solución de fenolftaleína al 1% m/v y se tituló con NaOH 0,111 N, hasta el viraje del indicador al color rosa pálido. Los resultados se expresaron en grados Dornic. Las determinaciones se realizaron por duplicado.

c) *Materia grasa:*

El contenido de materia grasa de la leche afectará directamente el rendimiento del queso, a la vez que el aumento de ésta repercute en el desuerado,

retrasándolo. Además, no permite que la red formada por la caseína dentro del queso se endurezca y se vuelva difícil de consumir. Por otra parte, la lipólisis de la grasa le otorga un sabor característico, debido a la presencia de ácidos grasos libres (**Portilla Martínez et al. 2009**). La materia grasa se analizó por el método de Gerber. Para ello se colocaron 10 mL de H_2SO_4 según Gerber (90-91%) en un butirómetro. Posteriormente se agregaron 11 mL de leche y 1 mL de alcohol amílico. El butirómetro se agitó lentamente con el objetivo de degradar las proteínas y romper las membranas que rodean los glóbulos de grasa. El butirómetro se colocó en baño maría a 65 °C por 5 minutos, se centrifugó, y volvió a colocarse a baño maría y se leyó el contenido de grasa en la escala del butirómetro. Las determinaciones se realizaron por duplicado. Los resultados se expresaron en porcentaje.

d) *Proteína:*

La proporción caseína es de importancia para la elaboración del queso ya que si su porcentaje es bajo, disminuirá la velocidad de formación del coágulo (**Tornadijo et al. 2009**). La proteína se midió según el método Kjeldahl, mediante digestión, destilación y titulación de una muestra de 5 mL de leche con HCl 0,105N. Se llevó a cabo la digestión de cada muestra colocada en balones con 25 mL de ácido sulfúrico concentrado, 3 g de catalizador (sulfato de cobre y sulfato de zinc) en una relación 1:10 m/m. El balón se colocó en el digestor hasta que la muestra se tornó límpida. Se agregó NaOH 6 N para favorecer el desprendimiento del NH_3 formado y se llevó la muestra al destilador. Dicha destilación permitió capturar el NH_3 en 25 mL de ácido bórico, luego titular con HCl 0,105N, y después calcular el porcentaje de proteína ($N \times 6,38$). Las determinaciones se realizaron por duplicado. Los resultados se expresaron en porcentaje m/m.

e) *Extracto seco*:

Su contenido determina la fracción del queso que no es agua, lo que es la sumatoria de materia grasa, proteínas, glúcidos, minerales y otros componentes minoritarios. Se pesó una alícuota de 10 mL de leche dentro de un envase de papel aluminio, que luego se llevó a estufa a 104°C durante una semana, momento en que se volvió a pesar la muestra descontando el peso del envase de papel aluminio. Las determinaciones se realizaron por duplicado. Los resultados se expresaron en porcentaje.

3.2 ELABORACIÓN DE QUESO

Se elaboraron quesos para cada tratamiento con 20 litros de leche de vaca, a la cual se le analizó su calidad (acidez, pH, prueba de alcohol, densidad, grasa y extracto seco). La leche se pasteurizó a 63 °C durante 30 minutos para luego enfriarse a 35 °C. Se añadió 1 g del fermento láctico (Fermentos liofilizado Hansen para uso directo en tina Cepa ST112 (50 mg por L) para ambos tratamientos, 0,15g CaCl₂/L y se almacenó a 4 °C durante 24 h. Posteriormente la leche fue descremada mediante el uso de una espumadera, separando aproximadamente 450 g de crema formada en la parte superior de los envases que contenían la leche, con el fin que la relación MG/PT sea 0,9-1. Se agregó 1 g de fermento láctico y se adicionaron otros 0,15 g de CaCl₂/L, se llevó la leche a 35 °C. Se agregó 0,03 g/L de fermento propiónico (Fermentos liofilizados Hansen para uso directo en tina Cepa PF4) únicamente en el caso del tratamiento denominado “propiónico”, y 0,1 mL/L, de cuajo de camella (Hansen, Argentina). Luego de 30-40 min cuando el coágulo tomó una consistencia sólida se realizó el corte de la masa empleando liras para obtener un tamaño de “grano de maíz”.



Figura 1: *Proceso de corte del coágulo (lirado).*

Se inició la cocción a razón de 1 °C cada dos minutos hasta los 42 °C. Se prosiguió con el lavado, el cual consiste en el reemplazo parcial del suero por agua (30% del suero por 20% de agua a 50 °C), con respecto al volumen inicial de leche. Se aumentó la temperatura hasta 45 °C. A continuación, se llevó a cabo el moldeo, el cual consistió en llevar la masa a los moldes, los cuales se revistieron internamente con tela para liberar el suero restante una vez que se le aplicó el prensado con una prensa de tornillo iniciando con una presión suave, luego se invirtieron los moldes cada 2 horas y elevando la presión. Finalizado el prensado, se colocaron los quesos en salmuera (20% de NaCl, pH 5,3) durante 6 horas, con el objetivo de favorecer el desuerado, regular la actividad de los fermentos, formar corteza y realzar el sabor.

La maduración se realizó en 3 etapas, la primera en cámara de frío (4 °C) durante una semana, la siguiente a 15 °C durante 14 días, finalizando con una semana a 20 °C. La función de la primera etapa es provocar el secado de la superficie del queso. La segunda etapa tiene como objetivo iniciar la proteólisis primaria, cubrir la superficie con el exudado de materia grasa (limita la pérdida de peso) e iniciar la producción de CO₂. La última etapa permite la fermentación propiónica, como también reducir la velocidad de la proteólisis fina versus la proteólisis primaria, para evitar la presencia de péptidos amargos en alta

concentración. Se realizaron 2 elaboraciones para cada tratamiento. Las muestras se analizaron inmediatamente o bien se congelaron y se almacenaron a -18 °C hasta su uso (extracto seco y proteína).

3.3 ANÁLISIS DE LOS QUESOS

a. Humedad:

Se pesaron 5 g de muestra (PM) previamente molida en mortero en una cápsula conteniendo arena previamente calcinada y una varilla pequeña taradas (P1). La muestra se extendió con ayuda de la varilla formando una pasta con la arena a fin de impedir la formación de costras durante el secado. Se llevó la cápsula a estufa a 105 +/- 2 °C hasta peso constante (P2) (**AOAC, 1980**). La humedad de la muestra se calculó como $100 \times (P1-P2) / PM$. Los resultados se expresaron como porcentaje de humedad. Se realizaron 2 determinaciones para cada tratamiento y elaboración.

b. Materia grasa:

El contenido de materia grasa se determinó utilizando el método de Gerber. Para esto se pesaron 2,5 g de muestra en un butirómetro Gerber para quesos y se añadió ácido sulfúrico (1,525 g/mL) hasta cubrir la muestra. El butirómetro se agitó y se mantuvo en baño maría a 65 °C hasta disgregación de la muestra y se agregó 1 mL de alcohol amílico. Se completó con ácido sulfúrico 1,525 g/mL hasta el vástago del butirómetro y las muestras se llevarán a baño de agua a 65 °C por 5 min. Se centrifugaron por 5 minutos. Se colocaron nuevamente 5 minutos a baño de agua a 65 °C y se realizó la lectura en la escala graduada. Se realizaron 2 determinaciones para cada tratamiento y elaboración.

c. *Proteína:*

El contenido de proteína de las muestras se midió por el Método de Kjeldahl (**IDF, 1993**). Se llevó a cabo la digestión de cada muestra colocada en balones con 25 mL de ácido sulfúrico concentrado, 3 g de catalizador (sulfato de cobre y sulfato de zinc) en una relación 1:10 m/m y 0,5 g de muestra. El balón se colocó en el digestor hasta que la muestra se tornó límpida. Se agregó NaOH 6 N para favorecer el desprendimiento del NH₃ formado y se llevó la muestra al destilador. Dicha destilación permitió capturar el NH₃ en 25 mL de ácido bórico, luego titular con HCl 0,105N, y después calcular el porcentaje de proteína (N x 6,38). Las determinaciones se realizaron por duplicado. Los resultados se expresaron en porcentaje m/m.

d. pH y acidez:

El pH de las muestras se determinó con un electrodo de sólidos. Se realizó una determinación para cada una de las dos elaboraciones. La acidez se determinó por titulación con NaOH hasta pH 8,2 (**AOAC, 1980**). Se pesaron 5 g de muestra. Se adicionarán 30 mL de agua y se calentó a 40 °C. Las muestras se centrifugaron y se tituló el sobrenadante con hidróxido de sodio de normalidad conocida hasta pH 8,2. Los resultados se expresaron como g de ácido láctico cada 100 g de producto fresco. Se realizaron 2 determinaciones para cada tratamiento y elaboración.

e. *Color:*

El color se determinó con un colorímetro Minolta CR 400 (Minolta, Osaka Japón). Se registrarán las coordenadas L*, a* y b*. "L*" representa la luminosidad, de negro a blanco, "a*" indica la variación de rojo a verde, mientras que "b*" indica la variación de amarillo a azul.

indica el gradiente amarillo-azul. Se realizaron 10 determinaciones para cada tratamiento y en cada una de las dos elaboraciones (n=20).

f. Análisis sensorial:

La calidad sensorial se analizará mediante un ensayo de aceptabilidad por atributos con escala hedónica de 9 puntos evaluándose el color, el sabor, la textura y la aceptabilidad global. Se empleó un panel de consumidores no entrenados con un número total de 81 evaluadores.



Figura 2: Evaluación sensorial de queso Pategrás elaborado con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico), madurado durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C.

g. Análisis del perfil de textura:

Se empleará un texturómetro (TA.XT2i, Stable Micro Systems, Inglaterra) acoplado a un software específico (Textur Expert V.1.22, Stable Micro Systems, Inglaterra). Dicho texturómetro realiza dos ciclos de compresión y relajación de una muestra de queso, midiendo dicha fuerza en un determinado tiempo. Tal procedimiento será procesado por un ordenador, el cual brindará valores en N/mm de dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad y masticabilidad, según la forma del siguiente gráfico.

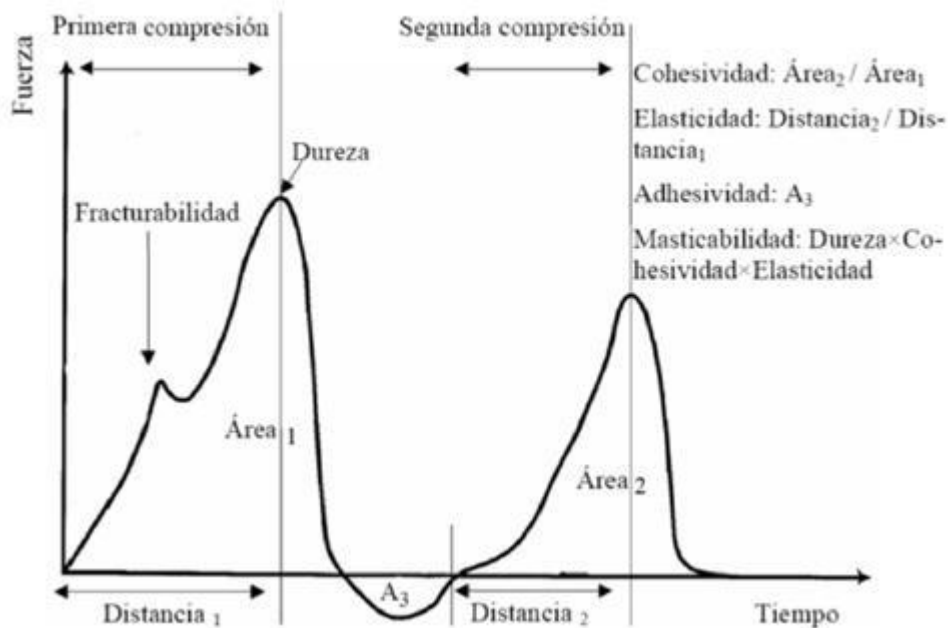


Figura 3: Ejemplo de gráfico de determinación del perfil de texturas (Hleap, Velazco, 2010)

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En todos los casos los experimentos fueron diseñados empleando un diseño factorial y los resultados obtenidos se evaluaron mediante el ANOVA correspondiente y las medias aritméticas de los tratamientos y/o interacciones de interés fueron comparadas mediante un test de Fisher. Se trabajó con un grado de significancia $P < 0,05$. Se empleó el paquete estadístico Infostat.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 COMPOSICIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Se analizó el contenido de los distintos componentes, en ambas tandas de elaboración, como densidad, acidez, materia grasa, proteína y extracto seco (**Tabla 2**). Dichos valores estuvieron dentro de los parámetros establecidos por el Código Alimentario Argentino (**CAA, 1969**). La presencia de vacas de raza Jersey en el tambo que provee la leche, provoca que la misma posea un elevado tenor graso (4,2%), lo que provoca una inadecuada relación MG/PT. Para solucionar este inconveniente se llevó a cabo un proceso de descremado manual. La acidez de la leche fue levemente elevada, pero dentro de los estándares de utilización (14-18 °D). En tanto la proteína se ubicó algo por encima de los valores medios observados en leche (3,5%).

Tabla 2: Densidad, acidez grasa, proteína y extracto seco de la leche usada en la elaboración de queso

Elaboración	Densidad (g/mL)	Acidez (°D)	Grasa butirosa LE*(%)	Proteína (%)	Extracto seco (%)
1	1,0304	17	4,2	3,88	13,40
2	1,0304	18	4,2	3,68	13,36

* Leche entera, previo a descremar

4.2 ANÁLISIS DURANTE LA ELABORACIÓN

Durante la elaboración se midieron tanto el pH como la acidez, inmediatamente antes de la coagulación (inicial) y durante el corte de la masa. En el caso de la acidez, las mediciones se ubicaron cerca del límite superior sugerido (**Gauna, 2005**) para la elaboración (18 °D) (**Tabla 3**). El pH antes del prensado estuvo cerca del límite inferior (5,2) (**Gauna, 2005**).

Tabla 3: pH y acidez durante la elaboración de queso Pategrás elaborados con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P < 0,05$

	Acidez inicial (°D)	Acidez al corte(°D)	pH de la masa (antes del prensado)
Testigo	17 a	12 a	5,3 a
Propiónico	17 a	12 a	5,3 a

Tanto en lo que respecta a pH y acidez, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

4.3 ASPECTO DEL QUESO PATEGRÁS

El aspecto tanto interior como exterior, era buena en ambos tratamientos, habiendo leves diferencias en el aspecto interno por la presencia de pequeños ojos, como se puede apreciar en la **Figura 4** y **Figura 5**.



Figura 4: Aspecto externo de queso Pategrás elaborado con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico), madurado durante 7 días a 4°C, 14 días a 15°C y 7 días a 20°C.

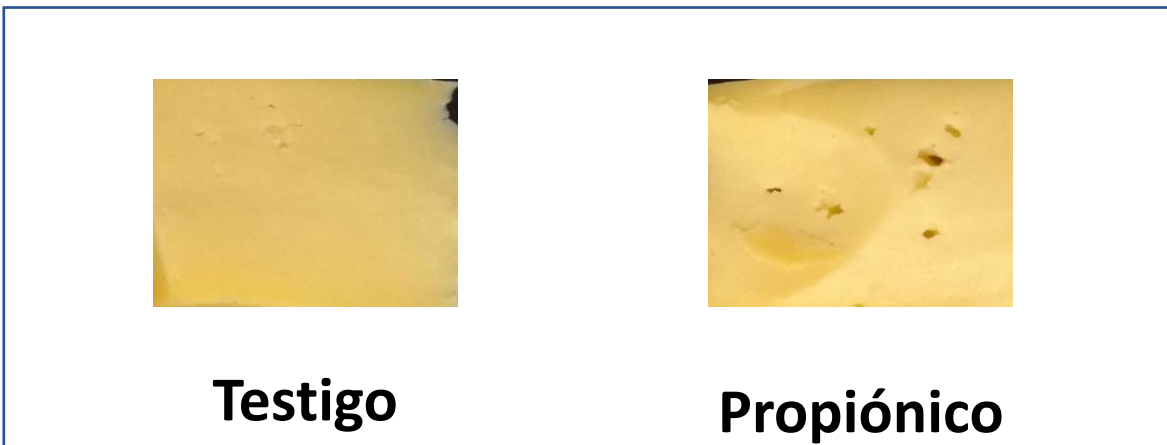


Figura 5: Aspecto con un corte transversal de queso Pategrás elaborado con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico), madurado durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C.

4.4 ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE LOS QUESOS

a) *Contenido de grasa*

En lo que respecta al contenido lipídico como se aprecia en la **Figura 6**, no se observó una diferencia apreciable entre los quesos con fermento propiónico y los quesos testigos, resultando ambos cercanos a 35%. Era esperable que no haya una diferencia sustancial entre tratamientos, ya que la principal diferencia radica en la proliferación de propiónibacterias, las cuales tienen como principal sustrato el ácido láctico, alterando en escasa proporción el contenido de triglicéridos.

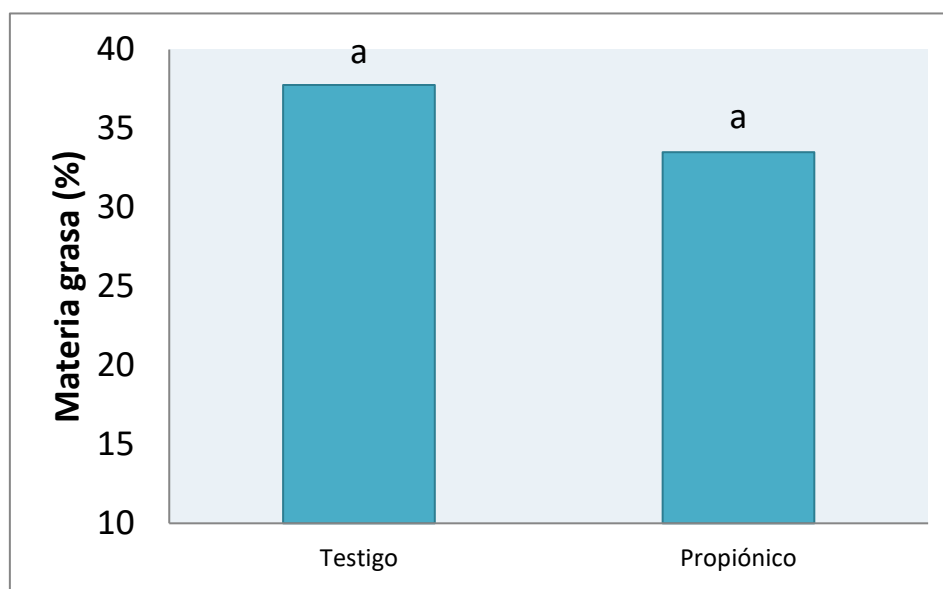


Figura 6: *Materia grasa de queso Pategrás elaborados con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico) madurados durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C. Las letras distintas indican diferencias en un test de fisher con un nivel de significancia a $P < 0,05$*

b) Extracto seco

La fracción sólida de ambos tratamientos también presentó el mismo patrón que la materia grasa, como se puede apreciar en la **Figura 7**, siendo muy similares los contenidos de sólidos entre tratamientos. Cabe señalar que son valores elevados según la categoría de quesos de mediana humedad. Estos valores podrían explicarse debido a que los quesos se deshidrataron en exceso, por efecto de un excesivo lirado.

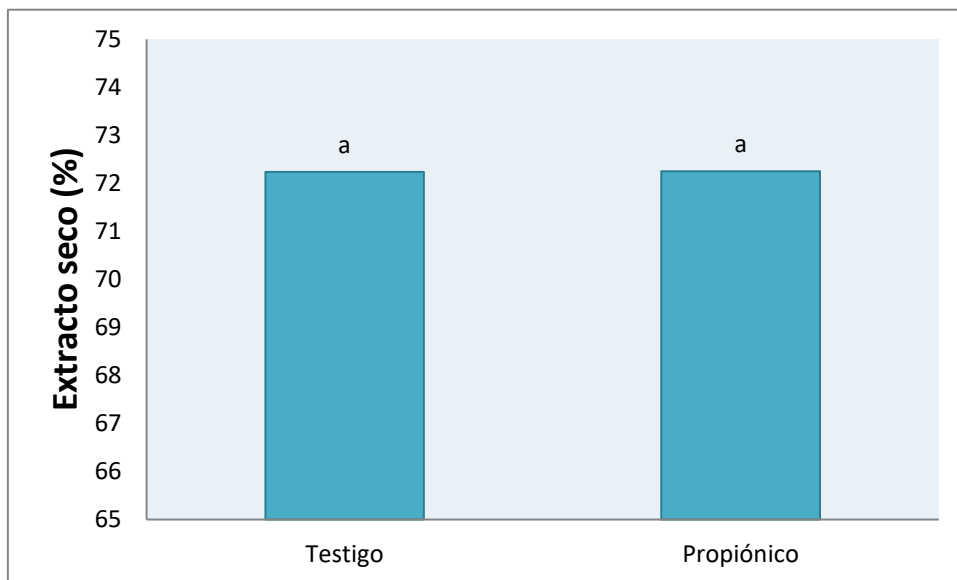


Figura 7: Extracto seco de queso de pasta semi-dura elaborados con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico) madurados durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20°C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de fisher con un nivel de significancia a $p < 0,05$

c) Acidez y pH

Tanto en pH como en acidez un hubieron diferencias significativas entre tratamientos. El pH del queso durante la maduración es deseable que se ubique en un rango de 5,25-5,3 (Gauna, 2005), para permitir el desarrollo de las propiónibacterias y consecuentemente la apertura de ojos. El bajo valor de pH

pudo deberse a que el fermento láctico se añadió excesivamente antes, lo que pudo aumentar la concentración de ácido láctico, disminuyendo el pH

Tabla 4: pH y acidez de queso de pasta Pategrás elaborados con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico) madurados durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

	Acidez (°D)	pH
Testigo	9 a	5,10 a
Propiónico	8 a	5,11 a

d) *Proteína*

El contenido proteico de los quesos estuvo directamente influenciado por la proporción de proteínas en la leche utilizada. Como se observa en la **Figura 8**, la misma se ubicó en torno al 25% en ambos tratamientos, sin mostrar una variación significativa entre ellos.

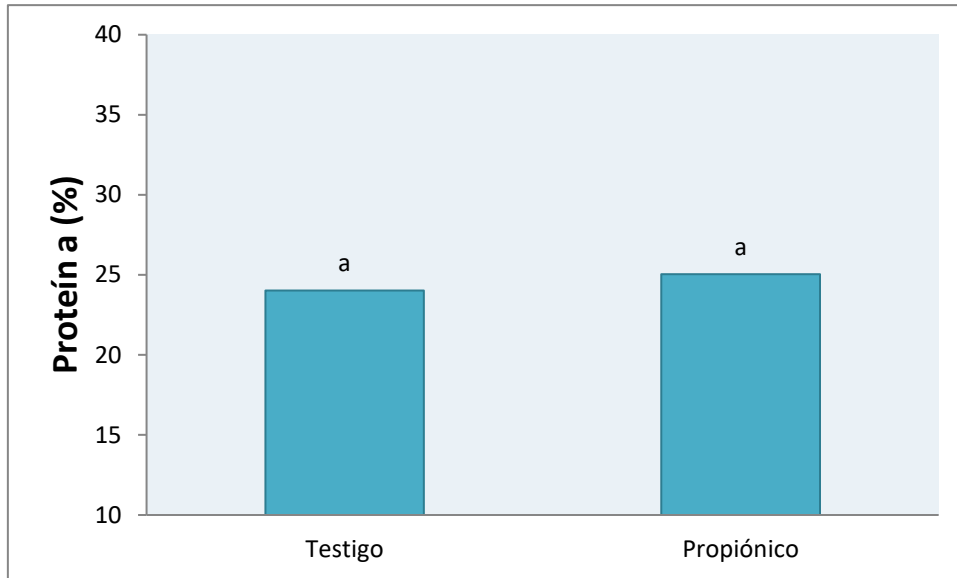


Figura 8: Proteína de queso Pategrás elaborados con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico) madurados durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

e) *Textura, color y evaluación sensorial*

En línea con los parámetros químicos no se determinaron diferencias en textura (**Tabla 5**), color (**Tabla 6**), y apreciación sensorial (**Figura 9**). La falta de diferencias entre los tratamientos estudiados podría deberse a que el fermento propiónico no haya sido viable, o las condiciones ambientales no fueran las óptimas para su normal desarrollo. La primera hipótesis queda descartada, ya que se testeó el fermento en leche, en donde se evidenció la liberación de gas, además de que la leche se coaguló. Por lo tanto es posible que no se hayan alcanzado en la masa del queso las condiciones óptimas para el desarrollo de dichos fermentos. A partir de la revisión de la literatura se concluye que alguno de los factores que podrían haber limitado la proliferación y acción de las propiónibacterias son el bajo pH y el elevado extracto seco.

Tabla 5: Textura en queso Pategrás elaborados con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico), madurado durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

	DUREZA	ADHESIVIDAD	COHESIVIDAD	ELASTICIDAD	MASTICABILIDAD
Testigo	20,637 a	-0,752 a	0,56 a	1 a	11,53a
Propiónico	20,084 a	-1,079 a	0,56 a	1 a	11,32a

Tabla 6: Color (L^* , a^* , y b^*) de queso Pategrás elaborados con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico), madurado durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

Color	L^*	a^*	b^*
Testigo	76,28	-1,942	38,062
Propiónico	75,241	-2,022	36,579

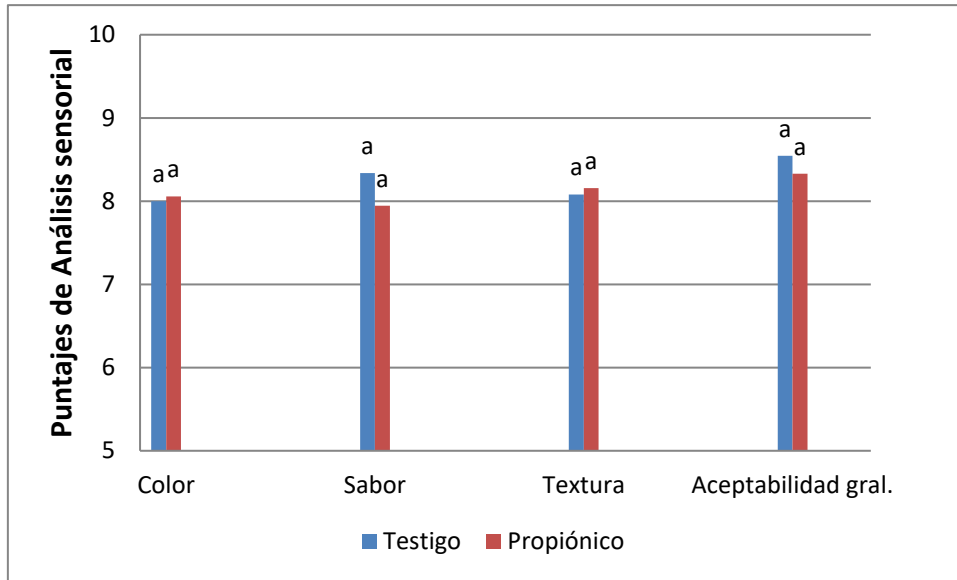


Figura 9: Puntuación de análisis sensorial de queso Pategrás elaborado con fermento láctico (Testigo) o láctico y propiónico (Propiónico) madurado durante 7 días a 4 °C, 14 días a 15 °C y 7 días a 20 °C, con escala hedónica de 9 puntos. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

5. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se elaboró queso Pategrás con y sin fermentos propiónicos. Se obtuvo un producto con muy buena apariencia externa. Los resultados indican que aunque se observó una mayor frecuencia de ojos pequeños en los quesos propiónicos, la inclusión de los dos tipos de fermentos (lácticos + propiónicos) no redundó en diferencias desde el punto de vista químico, físico y organoléptico, en comparación con quesos que sólo incluyen fermentos lácticos. El análisis de extracto seco y de principales macrocomponentes no arrojó diferencias entre quesos Testigo y Propiónicos. Asimismo, los valores de pH fueron semejantes para ambos tipos de quesos y bajos con relación a los sugeridos como óptimos para el desarrollo de *Propionibacterium*. Contrastando los valores óptimos para el fermento con los resultados obtenidos, se puede inferir que las pocas diferencias encontradas entre quesos con y sin fermentos propiónicos podrían estar asociadas con el elevado extracto seco de los quesos que podría reducir los niveles de agua disponible para los fermentos gasógenos. Otros factores que podrían haber limitado el desarrollo de propiónibacterias son el bajo pH del queso y una relación materia grasa/proteína un poco elevada que podría reducir la elasticidad de la masa.

6. REFERENCIAS

- Alarcón, L.** 2009. Pasteurización de la leche y productos lácteos. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Pp 18-19. México
- AOAC**, 1985. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 14th ed. AOAC, Washington
- Bain I.** 2012. Etapas del Proceso de Elaboración de quesos. INTA EEA Chubut. Pp 1-8.
- CAA.** 1969. Capítulo VIII, Artículo 605
- Gauna, A.** 2005. Elaboración de quesos de pasta semidura con ojos. INTI.
- Harnan, E., Cano, M.** 2016, De la crisis a una lenta recuperación. Pp3-10.
- Hettinga D.H., Reinbold.** 1972. The propionic acid bacteria-a review. Departament of Food Technology. Iowa State University. Pp 295-300. Iowa. EEUU.
- Hleap, J., Velasco, V.** 2010. Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Revista Bistua. Volumen 7. Pp 8-16. Pamplona. Colombia
- IDF. 1993.** Milk—Determination of Nitrogen Content (Kjeldahl method). Standard 20B, 1 – 12.
- Matallana Ventura, S.** 1951. Prensado de quesos. Pp 2-7. Ministerio de agricultura. Madrid.
- Peltola E.** 1940. Effect of oxidizing salts on the oxidation-reduction potencial and ripening of Emmental cheese. Proc 13th Int Daury Congr, v 2, pp 729-731
- **Portilla Martínez, C, et al.** 2009. Influencia de la materia grasa y acidez de la leche sobre las características físico-químicas del queso pera tipo chitaga.

Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Grupo de Investigación Recursos Naturales, Universidad de Pamplona. Pp 6. Colombia

-Román, M. 2013. Caracterización del comercio exterior de la industria láctea argentina 1995-2010. Serie de Estudios Especiales, UDESA.

-Sbodio, O., Revelli, G. 2012. Coagulación de la leche. Desarrollo de un dispositivo para el “monitoreo” online del proceso. Avances en Argentina. Rev. Investigación agropecuaria. Vol.38 No.3. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

-Tornadijo, M., Marra, A., García Fontán, C. 1998. Calidad de la leche destinada a la fabricación de queso: Calidad química. Cienc. Technol. Aliment. Vol. 2, No. 2, pp. 79-91. Galicia. España.

-Walstra P, Wouters JTM, Geurts TJ. 2006. Dairy science and technology. CRC/Taylor & Francis. 782 pp.

-Zalazar, C, et al., 1988. Quesos típicos argentinos. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe.

Páginas de internet visitadas:

-Anon, 2018. La Argentina quesera. Disponible en <http://www.quesosargentinos.gov.ar/paginas/arg.htm>. Visitado en 2018