

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Trabajo Final de Grado
Carrera Ingeniería Agronómica

**“MOZZARELLA: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA LECHE
TRATADA TERMICAMENTE Y CRUDA EN LA ELABORACIÓN Y
RENDIMIENTO. ANÁLISIS ECONÓMICO.”**

PATRICIA INÉS GARCÍA SLEVIN

Legajo Nº: 23.424 / 9

DIRECTOR

Ing. Agr. ELISA C. MICELI

CO-DIRECTORES

Qca. HILDA R. CASTAGNASSO

Ing. Agr. CLAUDIA KEBAT

Resumen

La mozzarella de origen italiano es un queso de pasta hilada. Antiguamente era elaborada única y exclusivamente a partir de leche de búfala. Hoy, por su amplia utilización culinaria es elaborada en grandes cantidades con leche de vaca, sobretodo en EEUU donde es llamada "Pizza Cheese".

Según el Código Alimentario Argentino (Artículo 618) "con la denominación de Queso Mozzarella Argentino, se entiende al producto fresco elaborado con leche entera o normatizada, acidificada por cultivos de bacterias lácticas y coagulada por cuajo y /o enzimas específicas.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de la leche frente al tratamiento térmico de pasteurización para su transformación en mozzarella. Valorar la importancia del incremento de rendimiento final para la elaboración de mozzarella con leche pasteurizada. Y brindar al productor una herramienta que le permita aumentar sus ingresos ofreciendo un producto con mayor valor agregado, de calidad y con seguridad alimentaria.

La materia prima utilizada fue leche de vaca integral que se procesó en la planta piloto del Curso de Industrias Agrícolas de Lechería. Se realizaron dos tratamientos uno con leche cruda y el otro con leche pasteurizada, de cada uno de ellos se hicieron diez repeticiones con un volumen de 20 litros por elaboración.

A la leche procedente del establecimiento Santa Catalina se le efectuaron las pruebas de planchada, temperatura y estabilidad frente al alcohol y los análisis de rutina, que incluyeron la determinación de la acidez, de la densidad, de la materia grasa y del pH.

Lo que se evaluó utilizando como medida de resultado los presupuestos parciales, fue la conveniencia de seguir avanzando un eslabón más en la cadena, agregando valor con la elaboración de mozzarella a partir de leche pasteurizada o entregar la totalidad de la producción a la industria como se hace en la actualidad.

De los ensayos realizados no se obtuvieron diferencias en los parámetros de calidad, en cambio sí se evidenciaron diferencias en el rendimiento entre los dos tratamientos, pudiéndose afirmar que es mayor el obtenido partiendo de leches pasteurizadas.

Al evaluar el aspecto económico de esta tecnología, se obtuvo como resultado del presupuesto parcial un valor de \$ 3.104,88, lo que demuestra la ventaja de transformar una parte de la producción de leche en mozzarella en lugar de entregar el total de la producción a la industria.

Agradecimientos

A las Ing. Elisa Miceli, Hilda Castagnasso y Claudia Kebab, por la dedicación y el tiempo prestado en la dirección de este trabajo.

A las Ing. Laura Terminiello y Gabriela Bello, por su incesante trabajo y apoyo brindado. Y a toda la gente de la cátedra de lechería por su ayuda para que pueda llevar a cabo mi tesis.

A la Ing. Laura Maly, por la colaboración y tiempo brindado en el desarrollo de los análisis estadísticos.

Al Ing. Hernán Cadierno por brindarme la información necesaria del Tambo Santa Catalina para realizar el trabajo.

A Ramiro Ferrante por la información brindada y el tiempo dedicado.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, quien me otorgó los medios necesarios para mi formación profesional.

A mi familia y amigos por estar siempre y acompañarme durante mi carrera.

Índice general

1. Introducción	Páginas
1.1. La leche	1 - 4
1.2. Quesos	
1.2.1. Definición	4 - 6
1.2.2. Proceso tecnológico	6 - 13
1.2.3. Rendimientos	13 - 14
1.3. Producción y comercialización	
1.3.1. La leche	14 - 18
1.3.2. Quesos	18 - 19
1.4. Instrumento económico	19 - 20
2. Hipótesis	20
3. Objetivos	21
4. Materiales y métodos	
4.1. Análisis de calidad de leche	21 - 24
4.2. Elaboraciones	
4.2.1. Con leche cruda (Tratamiento 1)	24 - 25
4.2.2. Con leche pasteurizada (Tratamiento 2)	25 - 27
4.2.3. Método estadístico	27
4.3. Análisis económico	
4.3.1. Descripción del establecimiento	27 - 29
4.3.2. Evaluación económica	29 - 30
5. Resultados	
5.1. Análisis de calidad	

5.1.1. Resultados de los análisis	30 - 31
5.1.2. Análisis estadístico	31 - 33
5.2. Elaboraciones	
5.2.1. Resultados de las elaboraciones	33 - 34
5.2.2. Análisis estadístico	34 - 37
5.3. Resultados económicos	37 - 41
6. Discusión	41 - 43
7. Conclusiones	43
8. Anexo	44 - 47
9. Bibliografía	48 - 49

Índice de cuadros, gráficos y tablas

Cuadros	Páginas
Cuadro 1: Producción Nacional de leche período 1990-2002	14
Cuadro 2: Distribución de tambos en cada cuenca para los años 1988, 1996 y 2000	15
Cuadro 3: Producción de leche en la provincia de Bs. As. en el período 1992 – 2003.	16
Cuadro 4: Evolución de los precios de la leche.	17
Cuadro 5: Producción Nacional de los principales lácteos 1992 – 2001.	17
Cuadro 6: Distribución de Tambos, Tambo-fábrica y fábrica de masa registradas a enero 2004.	44 - 46

Gráficos	Páginas
Gráfico 1: Evolución de los índices de precios	16
Gráfico 2: Producción nacional de quesos.	19
Gráfico 3: Acidez	31
Gráfico 4: Densidad.	31
Gráfico 5: Materia grasa	32
Gráfico 6: pH	32
Gráfico 7: Acidez del suero	34
Gráfico 8: pH de la masa	35
Gráfico 9: pH en el hilado	35
Gráfico 10: Peso de la mozzarella	36
Gráfico 11: Rendimiento de la mozzarella	37

Tablas	Páginas
Tabla 1: Existencias por categoría de tambo.	27
Tabla 2: Producción de Santa Catalina.	29
Tabla 3: Distribución de la producción.	29
Tabla 4: Análisis de calidad de leche para tratamiento con leche cruda.	30
Tabla 5: Análisis de calidad de leche para tratamiento con leche pasteurizada.	30
Tabla 6: Cuadro resumen.	33
Tabla 7: Datos de las elaboraciones en el tratamiento con leche cruda.	33

Tabla 8: Datos de las elaboraciones en el tratamiento con leche pasteurizada.	34
Tabla 9: Resumen de resultados de parámetros posteriores a la elaboración.	36
Tabla 10: Ingresos mensuales por venta de leche.	37
Tabla 11: Ingresos mensuales por venta de mozzarella.	38
Tabla 12: Total de costos con un valor de \$ 0,45 por litro de leche.	39
Tabla 13: Total de costos con un valor de \$ 0,43 por litro de leche.	39
Tabla 14: Total de costos con un valor de \$ 0,44 por litro de leche.	39
Tabla 15: Presupuesto parcial de mozzarella elaborada con leche pasteurizada.	40
Tabla 16: Análisis de sensibilidad.	41
Tabla 17: Resultados económicos de elaborar mozzarella con leche cruda con un rendimiento de 9,74 %	47
Tabla 18: Comparación de margen bruto entre la elaboración de mozzarella con leche cruda (T1), y con leche pasteurizada (T2).	47

1. Introducción

1.1. La leche

Según el Código Alimentario Argentino (1996) la leche es el producto obtenido por el ordeño total e ininterrumpido en condiciones higiénicas de la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación. Sus principales características físicas y químicas, son las siguientes:

Densidad a 15 ° C: 1,028 a 1,035

Materia grasa propia: mín. 3,00 g / 100 cm³

Extracto seco no graso: mín. 8,20 g / 100 g

Acidez en ácido láctico: 0,13 a 0,18 g / 100 cm³ (13 a 18° Dornic)

Descenso crioscópico: – 0,530 a – 0,570° C

Proteínas totales: mín 2,90% p / p

Para Alais (1985) la composición teórica de la leche es:

Materia grasa: 35 g / l

Lactosa: 49 g / l

Caseína: 27 g / l

α -lactoalbúmina + β -lactoglobulina: 4 g / l

Albúmina + globulina 1,50 g / l

Ácido cítrico: 2,00 g / l

Cloruro: 1,60 g / l

Fosfatos (en P₂ O₅): 2,50 g / l

Por ser la leche un producto obtenido de un animal vivo existen una serie de factores que tienen incidencia directa sobre la composición química de la leche, algunos están referidos a características propias del animal y otros a causas externas, como la alimentación, que se traducen luego en la calidad de los distintos subproductos obtenidos.

Entre ellos se pueden mencionar:

-Lactancia: la concentración de la materia grasa y la proteína evolucionan en forma inversa a la de la cantidad de leche producida. La diferencia entre las concentraciones mensuales mínimas y máximas de materia grasa y de proteína es en promedio 7g /kg. Durante el transcurso del período calostrual es donde la modificación diaria de la composición de la leche es más marcada, particularmente en la fracción proteica.

A lo largo de los dos primeros meses de lactancia la proporción relativa de ácidos grasos de cadena larga disminuye en tanto que los de cadena corta, y en menor medida, de cadena media aumentan. Estas variaciones se explican por el balance energético negativo de las vacas al principio de la lactancia y la consecuente movilización de lípidos corporales. Ciertos factores, tales como la gestación o la raza pueden modificar estas evoluciones generales a lo largo de la lactancia. El aumento de las concentraciones de materia grasa y

proteínas es más importante al final de la lactancia en los animales gestantes (Taverna y Coulon, 2000).

- *Factores genéticos*: estos actúan más sobre la composición química de la leche que sobre la cantidad producida. El coeficiente de heredabilidad de las concentraciones de materia grasa y proteína varía, según los autores, entre 0,45 y 0,70, en tanto que el de la cantidad de leche es del orden de los 0,25.

La influencia de los factores genéticos se manifiesta, en principio, por las diferencias entre los animales de una misma raza, luego por las diferencias entre razas (Taverna y Coulon, 2000).

- *Edad y número de lactancias*: el efecto de la edad o del número de lactancias es difícil de medir. Si no se comparan los mismos animales se corre el riesgo de despreciar los efectos genéticos; si se comparan los mismos animales en lactancias sucesivas no se tiene en cuenta los efectos del ambiente. Con frecuencia se considera, que el envejecimiento de las vacas tiene como consecuencia un empobrecimiento de la leche. La reducción aparece fundamentalmente en los casos de lactancias muy prolongadas y es mayor cuando la ubre ha sufrido mastitis en varias ocasiones (Taverna y Coulon, 2000).

- *Estado sanitario*: en general, los problemas sanitarios afectan la producción lechera e indirectamente la composición de la leche por un efecto de la concentración. Cuando hay infección mamaria las células del epitelio secretor pueden verse alteradas, destruidas y con un incremento de la permeabilidad. Estos fenómenos traen aparejado una disminución de la capacidad de síntesis y un mayor paso de los elementos provenientes de la sangre a la leche.

De este modo, se observa, en particular, una disminución de la relación caseínas /proteínas, una disminución de la concentración de caseína y de la relación fosfolípidos / triglicéridos que vuelven a la pared de los glóbulos grasos más frágil. Se produce además, un aumento de los contenidos de sodio y cloruros y una disminución de la concentración de potasio (Taverna y Coulon, 2000).

- *Ordeño*: la producción lechera puede variar a diario entre un 5 y un 6%. En el momento del ordeño, la leche es expulsada de los alvéolos y los canales hacia las cisternas situadas en la base de la ubre. Aproximadamente un 10% de la leche presente antes del ordeño no puede extraerse (leche residual). Esta leche es muy rica en materia grasa pues los glóbulos grasos descienden lentamente dentro de los canales. De este modo, el contenido de materia grasa aumenta constantemente a lo largo de ordeño (de 10 g /kg en los primeros chorros 100 g /kg al final).

El intervalo entre dos ordeños modifica la composición de la leche y en particular el contenido de materia grasa. Este es más elevado en el ordeño de la tarde en comparación con el de la mañana cuando el intervalo de ordeño de la mañana con respecto al de la tarde es más corto. Esto se debe a las variaciones en el volumen de la leche residual que es más importante cuando el intervalo que precede el ordeño es más largo.

Las variaciones de los otros componentes de la leche de un ordeño al otro son mucho más reducidas. Sin embargo, el contenido proteico es un poco más elevado en el ordeño de la tarde (Alais, 1985).

- *Estaciones del año y clima*: la composición química de la leche varía a lo largo del año. Una vez eliminados los efectos del momento de la lactancia y la alimentación, la concentración de materia grasa y proteína son más bajas en verano y más elevadas en invierno. La producción lechera presenta una evolución inversa de manera que la producción total de sólidos depende poco de las estaciones (Alais, 1985).

Entre aquellos factores referidos a la alimentación se encuentran:

- *Aportes energéticos*: el principal factor de variación del contenido proteico de la leche se explica por la concentración y el nivel de aporte energético de la dieta. Una vez cubiertas las necesidades, el contenido proteico de la leche aumenta alrededor de 0,6 g /kg por cada UFL (unidad de forraje leche), suplementario ingerido. La UFL es la expresión del aporte y requerimiento energético utilizado por el sistema Francés que equivale al valor energético neto de 1 kg de cebada de calidad media la cual contiene 860,00 g de materia seca y 2.720,00 kcal de energía metabolizable (Taverna y Coulon, 2000).

La suplementación con lípidos produce casi siempre una disminución de los porcentajes proteicos, incluso cuando están protegidos. Esta reducción resulta además, menos marcada al principio que a la mitad de la lactancia.

Una reducción brutal e importante de los aportes energéticos produce un aumento de los contenidos de materia grasa de la leche ligados a una movilización de lípidos corporales y a la disminución de la producción lechera. Pero, en condiciones normales, el contenido de materia grasa de la leche depende bastante poco del nivel de aportes energéticos, cuando éste no está acompañado con modificaciones importantes de la relación forraje / concentrado. Además, las relaciones entre los aportes energéticos y el contenido de materia grasa pueden ser muy variables según la naturaleza y la modalidad de los aportes (Alais, 1985).

- *Aportes proteicos*: el aumento del nivel de los aportes nitrogenados en la dieta conduce a un aumento conjunto de la producción de proteína y de leche. De manera que el porcentaje proteico se ve poco modificado cualquiera sea el tipo de ración de base. Cuando los aportes energéticos son mantenidos en forma constante, el aumento de los aportes nitrogenados, más allá de las recomendaciones, provoca un incremento del nitrógeno no proteico de la leche.

Cuando el forraje es suministrado a voluntad, una mejora del nivel de aportes nitrogenados de la dieta puede provocar un aumento del porcentaje proteico de la leche. Esto se explica por una mayor ingestión de forrajes. El porcentaje de materia grasa de la leche casi no depende del nivel de aportes nitrogenados de la dieta (Alais, 1985).

- *Relación forraje / concentrado*: en condiciones normales de presentación de los alimentos que componen la dieta de base (picado del ensilado, ausencia de forrajes molidos y aglomerados), el porcentaje de materia grasa se ve poco modificado hasta un nivel de 35-40 % de concentrado sobre la materia seca total ingerida. La naturaleza del alimento complementario

utilizado (cereales, subproductos celulósicos, etc.) tiene, en las condiciones antes citadas, poca influencia sobre la composición final de la leche.

Cuando el concentrado es utilizado en proporciones importantes (40-65 %), el porcentaje de materia grasa puede disminuir de manera considerable (3-10 g /kg), según el tipo de alimentación complementaria y /o la naturaleza del forraje utilizado. La disminución será más sensible con cereales que con subproductos celulósicos. Cuando la proporción de alimento concentrado en la ración sobrepasa el 60 %, el porcentaje de materia grasa se ve casi siempre disminuido (Taverna y Coulon, 2000).

- *Tipo de alimento:* el silo de maíz es un alimento que favorece la secreción de materia grasa a razón, de las orientaciones de fermentación en el rumen y a la riqueza en lípidos del grano de maíz. Las gramíneas y las leguminosas presentadas en forma de heno o de ensilado conducen globalmente a porcentajes de materia grasa levemente más bajos (3 a 4 % de promedio) que los sistemas que utilizan ensilado de maíz.

En la práctica, el porcentaje proteico observado utilizando heno o silo de pastura es con frecuencia más bajo debido a un nivel de aportes energéticos más reducidos (Taverna y Coulon, 2000)

- *Tipo de aminoácidos:* las vacas lecheras tienen necesidades específicas en ciertos aminoácidos como por ejemplo, lisina y metionina.

- *Presentación y distribución de los alimentos:* cuando la proporción del concentrado de la dieta es elevado y /o los alimentos ofrecidos son rápidamente degradados en el rumen, todas las prácticas que apuntan a repartir los aportes de estos alimentos rápidamente fermentables y /o a reducir la velocidad de su degradación (distribución fraccionada del alimento concentrado, mezcla a la ración de base, aumento de tamaño de las partículas de los concentrados) permiten mantener el porcentaje de materia grasa dentro de los valores normales (> a 35 g/kg), evitando al mismo tiempo los riesgos sanitarios asociados a ese tipo de alimentación.

Estas prácticas deben ser consideradas, ante todo, como medidas preventivas de riesgo más que como una forma de modificar de manera certera el porcentaje de materia grasa de la leche (Taverna y Coulon, 2000)

1.2. Quesos

1.2.1. Definición

Según el Código Alimentario Argentino y el Anexo MERCOSUR “se entiende por queso al producto fresco o madurado que se obtiene por la separación parcial del suero de la leche o de la leche reconstituida (entera, parcial o totalmente descremada) coagulado por la acción física del cuajo, de enzimas específicas, de bacterias específicas, de ácidos orgánicos permitidos solos o combinados, con o sin el agregado de sustancias colorantes permitidas especies o condimentos u otros productos alimenticios.”

Es obligación realizar la higienización de la leche para eliminar impurezas y la pasteurización en leches destinadas a quesos con menos de 60 días de maduración.

Según nuestro Código y la normativa MERCOSUR se pueden clasificar:

De acuerdo al contenido de materia grasa del extracto seco total en:

*Extra graso o doble crema: no menos del 60 % de M.G.

*Grasos: mayor del 45% hasta el 59,90 % de M.G.

*Semigrasos: entre el 25 y 44,90 % de M.G.

*Magros: entre el 10 y el 24,90 % de M.G.

*De leche descremada: menos del 10 % de M.G.

De acuerdo al contenido de agua:

*Quesos de muy alta humedad o pasta muy blanda: no menos del 55 % de agua.

*Quesos de alta humedad o pasta blanda: entre el 46 y el 54,90 % de agua.

*Quesos de mediana humedad o pasta semidura: entre el 36 y el 45,90 % de agua.

*Quesos de baja humedad o pasta dura: hasta el 35,90 % de agua.

Existen excepciones a esta clasificación como por ejemplo los quesos de pasta hilada, uno de ellos es la mozzarella de origen italiana. Antiguamente era elaborada única y exclusivamente a partir de leche de búfala. Hoy, por su amplia utilización culinaria es elaborada en grandes cantidades con leche de vaca, sobretodo en EEUU donde es llamada "Pizza Cheese".

Es un queso típico de pasta hilada, que por su porcentaje de humedad final, se encuentra dentro de nuestro Código Alimentario Argentino y el anexo MERCOSUR, ubicado en la clasificación como un queso de alta humedad.

Según el Código Alimentario Argentino (Artículo 618) "con la denominación de Queso Mozzarella Argentino, se entiende al producto fresco elaborado con leche entera o normatizada, acidificada por cultivos de bacterias lácticas y coagulada por cuajo y /o enzimas específicas.

Deberá cumplimentar las siguientes condiciones:

- a) Masa: cruda, hilada, salada y fermentada;
- b) Pasta: blanda, algo consistente y ligeramente elástica; sabor poco desarrollado; color blanco-amarillento uniforme;
- c) Superficie: lisa, entera, brillante, de color blanco-amarillento;
- d) Estabilización: mayor de 24 horas;
- e) Peso: no menor de 200 g y envuelta en origen.
- f) Composición:

Agua: máxima 60,00 %

Grasas (s / extracto seco): mínimo 35,00 %

g) Se mantendrá en fábrica y hasta su expendio a temperatura inferior a 10 ° C.

Se puede elaborar en diversos tamaños y formas, con un rendimiento normal que varía entre 9,50 a 10,50 litros / kg y debe ser controlado, pues un rendimiento más elevado puede afectar la factibilidad y disminuir la durabilidad del producto. (Mansur Furtado y col. 1994).

La provincia de Buenos Aires legalizó en la década del noventa la figura del Tambo-fábrica, como establecimiento intermedio para la fabricación de masa para mozzarella, logrando una mejora económica para el productor, pues consideraba mayor valor agregado al producto leche, comercializando kilogramos de masa a mejor precio que lo obtenido por el litro de leche.

En la Resolución N° 34 / 96 C.A.A. se detallan los requisitos para la elaboración de masa para mozzarella, entre ellos el proceso de elaboración (acondicionamiento de la materia prima y aspectos relacionados a la masa), la rotulación de los envases y del transporte.

En la Ley 11.089 Decreto 83 / 91 se presentan los requisitos constructivos para un Tambo – Fábrica de masa para mozzarella donde se enumeran distintos ítems referidos a: las vías de acceso e inmediaciones del establecimiento, sala de ordeño, sala de elaboración, sala de almacenamiento, estantes, fuentes de calor, agua, complejo sanitario (baño y vestuario), ventilación, equipos y utensilios, destino del suero.

1.2.2 Proceso tecnológico.

Antes de comenzar con el proceso de elaboración se realizan los análisis de la leche para evaluar su calidad. Los primeros que se hacen son los comúnmente llamados de planchada: temperatura y estabilidad frente al alcohol. A continuación se determinan: la acidez, pH, la materia grasa, proteína y densidad.

A continuación se procede: acondicionar la materia prima, para ello se debe filtrar la misma para eliminar la suciedad macroscópica que pudiera estar presente (tierra, pasto) y someterla a tratamiento térmico para controlar el desarrollo microbiano.

La pasteurización consiste en eliminar todos los gérmenes patógenos existentes en la leche y la mayoría de los gérmenes banales, mediante la aplicación de temperaturas lo más bajas posibles durante un corto tiempo y con un margen de seguridad. Por lo que la misma quedará definida por dos factores, que son la temperatura alcanzada y el tiempo de exposición a dicha temperatura (Veisseyre, 1988).

La pasteurización alta consiste en un calentamiento a 72 ° C durante 15 segundos. Se efectúa en intercambiador de calor a placas por calentamiento indirecto pudiendo usarse como medio calefactor agua caliente o vapor. El conjunto de placas están alojadas en un bastidor dividido en varios cuerpos, generalmente cinco, cuyo detalle es: 1º y 2º cuerpo vapor / leche pre-calentada, 3^{er} cuerpo leche pasteurizada-leche cruda, 4º cuerpo leche pasteurizada-agua, 5º cuerpo leche pasteurizada-agua helada. Estos distintos cuerpos están ordenados de

manera que a la zona caliente siga la próxima más fría para evitar pérdidas de energía (Spreer, 1991).

Según Veisseyre (1988), las ventajas tecnológicas del sistema de pasteurización alta son:

- destruir el 100 % de las bacterias patógenas y el 99 % de las banales.
- eliminar las bacterias del grupo coliformes, las levaduras y las enzimas de la leche.
- producir queso estandarizado desde el punto de vista microbiológico todo el año.
- controlar más fácilmente los métodos de producción y la velocidad de maduración.
- madurar el queso a temperaturas más altas que las usadas para quesos de leche cruda.
- obtener productos de más larga conservación.
- disminuir apreciablemente la producción de quesos de inferior calidad.

Para los técnicos del Instituto de Tecnología Industrial las ventajas económicas y operativas del sistema (CITIL, INTI, 2000) son:

- bajo costo inicial por la supresión de tanques de retención y por el menor espacio requerido, ya que en 4,50 m² se pueden pasteurizar 10.000 litros /día de leche.
- menos aparatos que limpiar, la limpieza mediante detergentes se convierte en un proceso semi automático por pasaje a través de placas y tuberías.
- la leche queda lista para elaborar a los tres minutos de ingresar al equipo.
- son aplicables sistemas de registros y protección. Se pueden acoplar termógrafos y obtener registros precisos de todo el ciclo de tratamiento. Además, permite el montaje de dispositivos que rechazan o desvían cualquier porción de leche que no alcance el grado térmico requerido automáticamente, efectuando el reflujó de la leche mal calentada al tanque de alimentación.

Mientras que para los mismos autores las desventajas encontradas fueron:

- no todas las leches pueden pasteurizarse, como el caso de leches demasiado ácidas.
- las leches que han sido calentadas no producen un coágulo firme y característico, esto se debe a la precipitación de las sales de calcio que son responsables de la segunda parte de la coagulación. También se reduce el diámetro de las partículas de caseína y se produce desprendimiento de CO₂ bajando la acidez de la leche, lo que también perjudica la acción del cuajo.
- las proteínas solubles como la lactoalbúmina y la lactoglobulina, al ser la leche calentada, por poseer estructura globular, sus enlaces intramoleculares se rompen desnaturalizándose, produciéndose entonces, una capa grumosa superficial y liberándose grupos sulfidrilos que reaccionan químicamente (se oxidan) produciendo el típico sabor a cocido.
- un pH menor a 6,50 es riesgoso para el calentamiento a 72 ° C por 15 segundos. Además, a mayor acidificación menor efecto germicida.
- desnaturalización de vitaminas hidrosolubles como B y C.
- la coagulación de las seroalbúminas (proteínas), afectan la coagulación y consistencia del grano al ser retenidas por la cuajada. También dificulta el desuerado del queso ya que fijan energicamente el agua.
- quesos menos aromáticos (naturales) y más sosos.

Desde el punto de vista higiénico, la pasteurización de la leche asegura el saneamiento del queso. Desde el punto de vista técnico, al interrumpir la acidificación por destrucción de flora láctica, permite la utilización de leches cuya mediocre calidad bacteriológica perjudicaría la fabricación (si fuesen utilizadas en estado crudo). Además, simultáneamente se elimina la mayoría de los gérmenes indeseables, salvo los esporulados. Si la pasteurización de la leche se efectúa a una temperatura superior a 80 ° C, la lactoalbúmina y la lactoglobulina coagulan y son retenidas por la caseína, en la cuajada, durante el desuerado, de lo que resulta un incremento sensible del rendimiento, puesto que normalmente alcanza el 4 y 5 % (Veisseyre, 1988).

Mansur Furtado (1994), señala que es frecuente la fabricación con leche cruda, lo que impide la obtención de un producto normalizado y torna difícil la corrección de eventuales defectos ya que la temperatura de hilado no sustituye la pasteurización.

La pasteurización de la leche no disminuye la calidad de la mozzarella, sino que por el contrario mejora y confiere más consistencia, recomendando adoptar el límite de 72 ° C en 15 segundos pues sino habría mayores pérdidas de grasa en hilado y problemas posteriores de extendido. A mayor temperatura, se favorecería una mayor retención de cuajo en la masa, lo que aumenta la formación del gusto amargo durante el almacenamiento. Indica además, que al trabajar con leche cruda se producen más complicaciones por una acidificación más rápida, mayores pérdidas de materia grasa, problemas de sabor, menor rendimiento y durabilidad menor (Mansur Furtado, 1997).

En el caso de elaboraciones a partir de leche pasteurizada se debe añadir el fermento, ya sea antes de adicionar el cuajo o un determinado tiempo antes (una hora o más), de tal forma que se produzca una pequeña maduración. La dosis de fermento a sembrar depende de la temperatura de la leche y de la duración de la maduración; en general, es pequeña 0,50 a 1,00 %. Hay dos formas principales de realizar la siembra láctica: la inoculación de fermentos obtenidos por cultivo en leche (método tradicional) o la inoculación directa en la tina de cultivos congelados o liofilizados (Loguercio Cruzat, 1992)

Mansur Furtado (1996) recomienda el uso de fermentos termófilos, con una alta concentración de *Streptococcus thermophilus*, por producir una acidificación rápida y notoria. Sería fundamental trabajar la masa en la tina, con el objetivo de propiciar condiciones de crecimiento y acidificación de los cocos y mantener un residuo adecuado de lactosa en grano usando por ejemplo, temperaturas más bajas en la cocción (entre 39 y 42 ° C).

En la mozzarella de tipo tradicional la maduración de la cuajada se produce por el ácido láctico de las bacterias lácticas agregadas a la leche antes de la coagulación. La acidez de la fermentación genera una desmineralización progresiva de la cuajada hasta obtener las mejores condiciones para el hilado de la masa (Addeo, 1996).

Luego de la etapa de maduración de la leche, el proceso continúa con la coagulación, considerada como la etapa fundamental de transformación de leche fluida en un gel.

Algunas de las causas de la disminución de la aptitud de la leche para la coagulación son las siguientes:

- Reducción de la forma ionizada de calcio y de la forma soluble de los fosfatos y citratos.
- Disminución del diámetro medio de las micelas de fosfocaseinato.
- Modificación de las proteínas solubles. Es probable que el depósito de proteínas desnaturalizadas sobre las micelas de caseína tenga como consecuencia una acción protectora (Alais, 1985).
- La leche calentada coagula más lentamente que la leche cruda y el coágulo obtenido es menos firme.

Para la formación de la cuajada, la caseína puede coagularse de dos maneras, empleando ácidos (coagulación ácida) o empleando enzimas (coagulación enzimática). La caseína se presenta en una proporción del 80 %, siendo el componente mayoritario de las proteínas lácteas. Está formada por varias fracciones: α_{s1} , α_{s2} , β y κ . La caseína establece enlaces con el calcio que le proporciona una determinada estabilidad (Spreer, 1991).

La caseína κ es el sustrato de la coagulación. La hidrólisis por una enzima proteolítica (en general la quimosina del cuajo) le hace perder su rol protector sobre las otras caseínas que coagulan en presencia del calcio de la leche. El corte de la cadena peptídica de la caseína κ por la quimosina se produce entre el aminoácido número 105 y el 106 (unión fenilalanina - metionina). Esta reacción primaria de proteólisis puede producirse incluso a baja temperatura (4-10° C) y no exige la presencia del calcio, pero depende en gran medida del pH de la leche ya que la quimosina tiene una actividad óptima hacia pH 5,4 volviéndose inactiva a pH 7,5 (Taverna y Coulon, 2000).

Cuando el 70 u 80% de la caseína kappa es proteolizada, comienza la fase secundaria. Las micelas de la caseína se asocian y se estructuran en formas de cuerdas y constituyen una red en forma de malla. Los glóbulos grasos y los microorganismos se incorporan a la red que contiene un gran número de vacuolas de lactosuero. Esta fase secundaria se produce, realmente, a partir de los 20 ° C y su temperatura óptima es de alrededor de 40 ° C. Esta exige la presencia de calcio, el cual participa en el establecimiento de las uniones entre las micelas. Las uniones se refuerzan, la coagulación se reafirma y su contracción inicia la sinéresis (Taverna y Coulon, 2000).

La aptitud a la coagulación de la leche depende de los siguientes factores: naturaleza y concentración de las enzimas coagulantes, concentración y características del sustrato, temperatura de adición del cuajo (entre 28 y 34 ° C), y pH (óptimo entre 6,20 y 6,50) (Spreer, 1991).

Las características del coágulo enzimático son: flexible, elástico, compacto, impermeable y contráctil. Esta última propiedad permite realizar el desuerado. Su carácter compacto tolera la intervención de acciones mecánicas potentes que facilitan la contracción del coágulo y la salida del suero. Sin esta acción, el gel no desuera debido a su impermeabilidad (Veisseyre, 1988).

Los coágulos obtenidos por el cuajo retienen en su gel una gran cantidad de agua (suero). La mayor parte de esta agua se encuentra en los espacios o poros del gel formando el agua de relleno de las cavidades. Esta agua se expulsa fácilmente al trocear el coágulo. Otra parte del agua se encuentra ocupando los espacios capilares entre las partículas de caseína, en su mayor parte se queda en la cuajada. (Spreer, 1991).

Un coágulo enzimático no contiene bacterias lácticas, por lo tanto no acidifica y no desuera cuando se deja en reposo. Para permitir la salida del lactosuero que impregna el gel es preciso recurrir a acciones de tipo mecánico que tienen como objetivo destruir la cohesión y la compacidad del coágulo. El lactosuero expulsado de las mallas de la red por sinéresis del coágulo puede entonces escapar del gel; se asiste entonces, en el curso del desuerado, a la contracción del coágulo que traduce el acercamiento de las micelas y el estrechamiento de las mallas de la red (Veisseyre, 1988).

Los medios mecánicos de desuerado utilizados en quesería son el troceado y la agitación. Su acción se completa, o se controla, por la temperatura y la acidificación. El objetivo de trocear el gel es producir una gran superficie libre para que pueda salir el suero y para facilitar la retracción del coágulo. Esta operación se puede realizar manualmente mediante cuchillas o liras. La operación de troceado se ha de comenzar cuidadosamente para no destruir el gel aún poco consistente, circunstancia que provocaría unas mayores pérdidas de caseína con el suero (Spreer, 1991).

El primer corte grueso de la cuajada produce una separación importante del suero. El suero expulsado de la estructura sólida se localiza entre la malla y la red, funcionando junto con la grasa como lubricante de la estructura. Otra parte del suero permanece aún en la cuajada junto con la materia grasa, las bacterias y el aire. El corte de la cuajada determina una disminución del volumen de la masa y provoca un acortamiento de la distancia entre cadenas de micelas. Una vez cortada la cuajada se trabaja con la pala hasta obtener las dimensiones del tamaño de una nuez, esta fase corresponde a una posterior eliminación de suero de la cuajada que comienza a contraerse con la consiguiente reducción de volumen (Addeo, 1996).

El troceado va seguido de la agitación de los granos, dicha operación tiene por objeto acelerar y completar el desuerado renovando continuamente la superficie de exudación de suero e impidiendo la adherencia de los granos, con lo que se formaría una masa que retendría el líquido. La agitación debe realizarse con delicadeza para impedir la ruptura de la cuajada y para que los granos conserven su integridad, pues incidirá en el rendimiento quesero (Veisseyre, 1988).

La cocción de la cuajada provoca la contracción de la matriz proteica con la subsiguiente eliminación de una nueva fracción de suero. El incremento de temperatura acelera también el metabolismo de las bacterias retenidas en la cuajada: la producción de ácido láctico aumenta, el pH desciende y esta acidez facilita la retracción de las partículas lo que provoca una nueva expulsión de suero. Dicha elevación debe ser progresiva, sobre todo al comienzo del calentamiento. Cuando el calentamiento es brusco, se observa la formación, en la superficie

de los granos, de una costra impermeable, mientras que la parte central permanece húmeda y el desuerado se detiene (Scott, 1991).

Dependiendo de la variedad de queso que se elabora se favorece un desuerado de mayor o menor intensidad. Luego se vierte la cuajada en los moldes preparados para este fin. Esta operación debe realizarse con mayor cuidado cuanto más blanda sea la cuajada (Spreer, 1991).

En el caso particular de la mozzarella luego de la cocción hay una etapa de maduración de la masa, en la que se espera el descenso del pH. La estructura y la textura de la cuajada se modifican continuamente a causa de la producción de ácido láctico que determina una progresiva disminución del pH. De tal modo, el complejo calcio-caseinato se halla expuesto a una caída del pH que provoca una remoción progresiva de calcio de la cuajada disminuyendo el calcio coloidal de ésta y aumentando el del suero. Si no se interrumpe este proceso, todo el calcio de la cuajada pasa al suero (Addeo 1996).

Al ser un queso de pasta hilada, una vez alcanzado el rango de pH adecuado se procede al hilado de la cuajada, que se define como aquella propiedad de un trozo de cuajada de 10,00 cm de longitud aproximadamente, que sometida a fusión, se alarga hasta alcanzar un metro sin romperse. A partir de la evaluación del estiramiento de los hilos de la cuajada fundida a distintas temperaturas resulta que la calidad del hilado depende siempre de la temperatura de fusión alcanzando un máximo alrededor de 70 ° C, que luego disminuye gradualmente. La mozzarella se funde e hila en una escala amplia de temperatura mínima 58 ° C, máxima 83 ° C. Entre el rango de temperatura indicada, el queso se funde y se amasa fácilmente y da lugar a un producto homogéneo con un hilo continuo, cuya resistencia variará según el tipo de queso. Cuando se sobrepasa la temperatura límite de fundido, la cuajada pierde su característica estructural en hilos y fluye bajo su propio peso en forma de gotas. Es necesario precisar que la propiedad de hilar que tiene una cuajada depende sobre todo del pH y no del contenido de agua, que sólo favorece la formación de hilos continuos pero no condiciona en absoluto el hilado (Addeo, 1996).

Según Mansur Furtado (1997) la remoción de calcio permite el hilado ya que torna a la masa más flexible. Una cantidad mínima de calcio permite a la masa estirla, sin que se rompa. Un exceso dificulta este fenómeno (masa sin elasticidad, dura) y una remoción avanzada de calcio torna a la masa quebradiza, rompiéndose fácilmente en el hilado. Una manera práctica de verificar el punto ideal del hilado es probar con un pedazo pequeño (cerca de 20 g) de masa que, colocados en agua caliente, debe estirarse entre 3 a 4 m, sin romperse.

La aptitud para hilarse que posee la cuajada aumenta progresivamente con la disminución del pH y el maestro quesero realiza pruebas de hilado de la masa hasta que la misma adquiera un pH comprendido entre 5,00 y 5,20. En este intervalo de pH, el contenido de calcio de la cuajada se reduce un 75% del contenido inicial aproximadamente (Addeo, 1996).

La experiencia ha demostrado que valores de pH superiores a 5,20 corresponden a una cuajada no aún suficientemente madura para hilar, gomosa y elástica, distinta a aquella óptima para hilar. Valores de pH inferiores a 4,90 corresponden a una cuajada excesivamente

madurada que se funde con dificultad y se rompe antes de tiempo a causa de hilos demasiados cortos (Addeo, 1996).

Una vez finalizado el hilado se vierte la mozzarella en los moldes preparados para este fin, los mismos suelen ser de PVC (cloruro de polivinilo) o de metal. La superficie base de los moldes puede ser cuadrada, rectangular, o redonda, los cuales le darán la forma definitiva, en los que permanecen hasta que van a la salmuera (Spreer, 1991).

Por lo tanto, la primera condición para tener una buena mozzarella es tener una cuajada madurada en su punto justo para ser hilada. Además, será necesario verificar la segunda condición: fundir la cuajada a una temperatura adecuada y amasarla hasta que sea homogénea para proceder luego a darle forma (Addeo, 1996).

El prensado acelera el desuerado de los quesos. Fundamentalmente se prensan los quesos de pasta dura y los de pasta firme para que adquieran una mayor consistencia. El prensado reduce a su vez la acidez, lo que les confiere a estos quesos un sabor más suave, menos ácido. Se realiza tanto, por la presión que ejerce el peso de los mismos quesos como aplicando una fuerza adicional (Spreer, 1991). En el caso de la mozzarella al ser de pasta blanda no se efectúa prensado.

A continuación se procede al salado, que tiene por finalidad completar el desuerado y participar de la formación del gusto. La sal actúa sobre los microorganismos del queso, sobre todo los de la superficie, seleccionando los que la toleran como los mohos y algunas bacterias. El salado provoca cambios de estructura al alterar la cantidad de agua ligada a la fracción proteica. También regula la humedad de la horma y contribuye a la formación de la corteza (Taverna y Coulon, 2000).

La modalidad del salado determina el contenido de la sal, su repartición y el aspecto del queso madurado. Hay varias formas diferentes de salado: el espolvoreado en superficie, salado mediante incorporación de la sal a la cuajada triturada antes del moldeo, la inmersión en salmuera y disolución de la sal en la leche antes de la adición del cuajo (Alais, 1985).

La salazón en salmuera es una modalidad generalizada debido a que presenta como ventajas: distribución regular de la sal, alto rendimiento, estandarización del producto, mecanización de las elaboraciones y reducción de la mano de obra. Esta operación demanda mayor tiempo de salado que frotando la superficie de los quesos con sal; sin embargo, durante el estacionamiento, la difusión neta de la sal en el queso es aproximadamente igual en ambos casos (Veisseyre, 1988).

Según Alais (1985), la cinética del salado, es decir, la velocidad de difusión de la sal en la masa del queso y a la vez la cantidad absorbida depende de varios factores en relación con:

- Composición del queso: cuanto más húmeda es la pasta, mayor es la cantidad de sal absorbida.
- Composición de la salmuera: cuanto mayor es la concentración salina, más elevada es la absorción. El pH no parece tener influencia entre 5,00 y 7,00. El aumento de la concentración de impurezas, dificulta los intercambios entre el queso y la salmuera; la difusión de la sal se hace lenta, pero se reduce la pérdida de peso del queso.

- Condiciones del salado: tiene un marcado efecto la temperatura de difusión y la cantidad absorbida en un tiempo dado. Para un queso y una salmuera determinados, la velocidad de difusión decrece con la prolongación del salado.

- La difusión de sal en el queso varía según el formato y la textura de la pasta.

Cuando se introducen los quesos en salmuera, se origina un intercambio de suero y sal por ósmosis y por difusión a través de las caras sumergidas. Este proceso de intercambio continuaría hasta que se alcanzara el equilibrio de concentración entre soluciones, pero en la práctica se interrumpe antes sacando el queso de la salmuera. El lactosuero en su salida arrastra consigo algunas proteínas solubles, partículas de caseína, lactosa, ácido láctico y sales sin disolver. Las pérdidas de suero y proteínas hacen que se reduzca el peso del queso (Spreer, 1991).

Según Alais (1985), las salmueras sufren cambios continuos en su composición y en su carga microbiológica, esta última, estimulada por la presencia de sustancias necesarias para la subsistencia y desarrollo de los microorganismos que se encuentran en ellas.

La concentración de la salmuera debe ajustarse a un valor que depende del tipo de queso a salar, del tiempo de uso de la salmuera y de los tratamientos correctivos a que se somete la misma. El ajuste de la concentración salina es de importancia para lograr un salado adecuado e impedir infecciones en la salmuera.

En la mozzarella se sala por inmersión en salmuera al 12 – 15 % de sal durante períodos variables según las dimensiones del queso. Durante esta fase se produce una variación del peso del queso en función al pH del hilado (Addeo, 1996).

Una vez terminada la operación de salado se expone la superficie del queso a una corriente de aire para que se seque y comienza una etapa de maduración que incluye todos aquellos procesos que tienen lugar y cuyo origen es físico, microbiológico y enzimático. La maduración hace que el queso crudo de sabor casi insípido se transforme en un producto acabado de sabor suave y agradable que presenta muchas características específicas (Spreer, 1991).

En éste caso por ser la mozzarella un queso de pasta blanda no requiere período estacionamiento prolongado, estando en aproximadamente 1-2 días en condiciones de comercializarse.

1.2.3. Rendimientos:

La composición química de la leche y la aptitud a la coagulación que de ella se desprende, es determinante sobre el rendimiento y las características sensoriales de los quesos.

El mismo se define como la cantidad de queso obtenido (fresco o madurado) por cada 100 kg de leche (o 100 litros) de leche utilizada.

Depende de:

- La concentración de proteínas de la leche o más exactamente de caseínas.

- La concentración de materia grasa.

- El contenido de agua del queso o del lactosuero. Este contiene elementos en solución (proteínas solubles, minerales, lactosa ó ácido láctico). Más húmedo es el queso, más elementos solubles tiene (Taverna y Coulon, 2000).

El 95 % de la materia grasa está en la cuajada, pero existen fuertes variaciones de pérdidas en el lactosuero en el momento del corte y el agitado. Para una misma tecnología, la concentración proteica es el factor determinante del rendimiento. Sin embargo, manteniendo constantes todos los factores, un incremento de la concentración proteica de 30,00 a 36,00 g / kg en la leche sólo explica el 80 ó 85 % de la variación del rendimiento. Existen, por lo tanto, otras causas de variación siendo las principales, la proporción de caseína dentro de las proteínas totales (poco variable excepto en caso de mastitis) y las variantes genéticas de las proteínas (Taverna y Coulon, 2000).

Los principales factores que influyen en el rendimiento y composición del queso son la composición de la leche original y las pérdidas de proteínas y materia grasa en suero debidas al proceso llevado a cabo (Viotto et al, 1996).

Kosikowski (1966) partiendo de leches pasteurizadas con incorporación de cultivos lácticos, alcanzó un rendimiento medio del 11,00 % en producto final.

Miceli y col. (1996) determinaron un incremento del 2,98 % en el rendimiento en masa para la elaboración de queso Gouda mediante la utilización de mejoras tecnológicas (pasteurización) y optimización de la materia prima

Alais (1995) estudió que la elaboración llevada a cabo con leche pasteurizada, favorece el aumento del rendimiento quesero, debido a la desnaturalización de las proteínas solubles, a la mayor retención de la materia grasa en la cuajada y a la insolubilización de las sales minerales.

1.3. Producción y comercialización

1.3.1. Leche

Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación nuestro país en el 2001, ocupó el 16 ° lugar del ranking mundial de países productores de leche de vaca, con una participación del 1,90 % en el total.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Producción	6093	5937	6591	7002	7777	8507	8865	9090	9546	10329	9817	9475	8529
Consumo	5294	6057	7120	7182	7666	7578	7816	8142	8176	8446	8599	8199	7296

Fuente: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.

Cuadro 1: Producción nacional de leche período 1990 – 2002 (millones de litros).

En la década 1992-2001 la producción nacional aumentó un 44,00 % entre extremos. Las mayores tasas de aumento se registraron en los primeros años de la serie, mientras que en la segunda mitad del período se observó una desaceleración del proceso de expansión, seguida por la ya comentada fase declinante, consecuencia de la persistente crisis económico-financiera que aquejó al sector prácticamente desde fines de 1998. (Cuadro 1).

Resulta interesante remarcar que la etapa expansiva de la producción total se dio en el siguiente marco: menor número de tambos, mayor tamaño promedio del rodeo, mayor producción por tambo y rendimiento por vaca. Esta evolución no ha sido exclusiva de nuestro país, sino una tendencia generalizada en el mundo.

Las condiciones económico-financieras como las agrometeorológicas fueron adversas durante gran parte de 2001 (inundaciones en gran parte de la principal cuenca lechera de la provincia de Santa Fe), lo que provocó un descenso en la producción.

De acuerdo a datos provisorios, en 2002 la merma interanual de la producción habría sido alrededor de un 14,50 %. Esta nueva caída sería la tercera consecutiva posterior al pico alcanzado en 1999 y significaría una retracción acumulada del 21,00 % en los últimos tres ciclos.

A diferencia de lo que ocurrió hasta fines de 2001, se estima que en 2002 la retracción se debió tanto a la menor cantidad de tambos como a la merma en la producción diaria por tambo (alrededor de 12,50 % y 2,00 %, respectivamente).

La producción argentina de leche de vaca se localiza principalmente en la región pampeana, que concentra las principales cuencas lecheras y casi la totalidad de los tambos e industrias del sector (cuadro 2).

Cantidad de tambos por cuenca			
Cuenca	1988	1996	2000 (al 30/6)
A. SUR	1924	1240	702
A. NORTE	1239	752	445
OESTE	2505	2112	1621
M. y SIERRAS	459	305	312
CUENCA SUR	207	105	145
F. DE CUENCA	413	185	26
Total	6747	4699	3251

Fuente: Ministerio de Asuntos Agrarios de la Prov. de Bs. As

Cuadro 2: Distribución de tambos en cada cuenca para los años 1988, 1996 y 2000

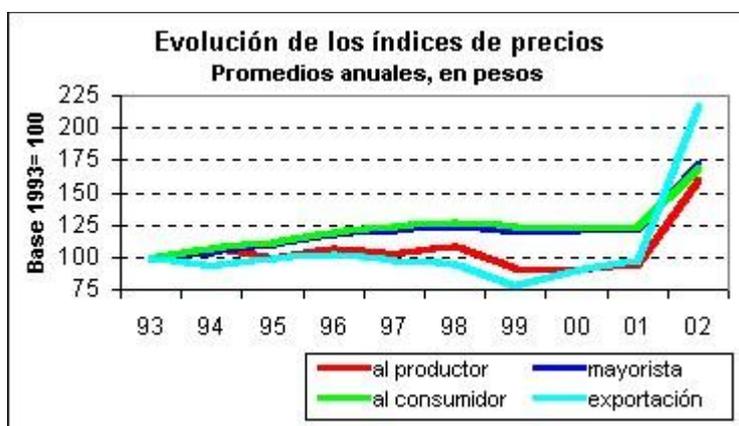
La producción de leche en la provincia de Buenos Aires, mensual entre 2000 y el primer semestre del 2004, mostró diferencias porcentuales significativas a lo largo de los años (cuadro 3)

	litros día	litros día	litros día	litros día
mes	2000	2001	2002	2003
enero	6.293.899	5.931.590	5.317.491	4.647.448
febrero	5.992.089	5.767.039	4.900.367	4.308.926
marzo	5.835.729	5.278.837	4.276.213	3.981.052
abril	5.671.632	5.293.892	4.146.007	4.000.743
mayo	5.582.361	5.412.952	4.204.055	4.145.370
junio	5.838.730	5.689.418	4.360.052	4.399.585
julio	5.882.936	5.874.142	4.205.959	4.501.159
agosto	6.104.016	6.260.638	4.468.067	4.665.260
septiembre	6.673.888	6.827.511	5.154.389	5.225.841
octubre	7.135.560	6.718.276	5.553.004	5.729.924
noviembre	6.930.086	6.348.051	5.481.110	5.741.608
diciembre	6.515.951	5.927.002	5.167.587	5.501.590
total	74.456.877	71.329.348	57.234.301	56.848.506

Fuente: Ministerio de Asuntos Agrarios de la Prov. de Bs. As.

Cuadro 3: La producción de leche en la provincia de Buenos Aires en el período 2000/2003.

Entre 1993 y 2001 el índice de precio al productor primario (ver gráfico 1) registró una tendencia más desfavorable que la observada en los niveles mayoristas y minoristas. Mientras que el nivel del precio al productor mostró una caída del 4,50 % entre extremos, los índices mayoristas y minoristas arrojaron un alza del 23,00 % y 24,00 %, respectivamente.



Fuente: Dirección de Ind. Alimentaria sobre la base de datos propios y del INDEC.

Gráfico 1: Evolución de los índices de precios

El precio de la leche cruda informada por la industria desde octubre de 2004 a febrero de 2005 tuvo una fluctuación al igual que el pago por kilogramo de proteína (cuadro 4).

Precio	octubre 04	noviembre 04	diciembre 04	enero 05	febrero 05
Leche cruda (\$ /l)	0,4284	0,4271	0,4278	0,4353	0,4542
Proteína (\$/kg)	13,16	13,29	13,42	13,75	14,14

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.

Cuadro 4: Evolución del precio de la leche

En la década 1992 - 2001 la producción doméstica de "leches fluidas" se incrementó en algo más de un 26,00 %, en este rubro se destaca el constante crecimiento de la participación de la leche esterilizada en detrimento de la pasteurizada. La elaboración de aquella aumentó a una tasa cercana al 24,00 % en el decenio 1992-2001, trepando desde un exiguo 8,00 % de participación en 1992 hasta el 42,00 % del total en 2001 (cuadro 5).

En cuanto a los "productos lácteos" el incremento fue de un 44,00 %. Entre estos últimos se destacan los aumentos del 18,50 % para la leche en polvo entera, del 28,00 % para los quesos, del 20,00 % para la manteca y del 77,00 % para la leche en polvo descremada.

En 2001, Argentina fue el 4 ° productor mundial de leche en polvo entera (con el 7,70 % del total mundial), el 9 ° de quesos (con el 2,60 %), el 17 ° de leche en polvo descremada y suero (con el 1,20 %), y el 29 ° de manteca (con el 0,60 %).

Miles de toneladas	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Leche en polvo entera	71	81	102	146	162	166	207	244	202	203
Leche en polvo descrem.	23	22	27	37	36	40	38	46	45	41
Queso pasta dura	51	46	56	51	52	57	60	60	63	59
Queso pasta semidura	118	109	120	112	114	127	127	138	133	130
Queso pasta blanda	160	187	201	198	222	226	232	248	246	232
Manteca	37	36	43	51	52	49	49	54	47	44
Dulce de leche	87	92	102	106	106	111	108	114	105	110
Yogur	202	218	231	221	216	215	224	253	243	265
Leches fluidas	1.284	1.324	1.363	1.374	1.408	1.493	1.535	1.576	1.624	1.615
Total industrialización	6.030	6.425	7.183	7.884	8.230	8.430	8.886	9.651	9.119	8.780
Total producción leche cruda *	6.590	7.002	7.777	8.507	8.865	9.090	9.546	10.329	9.817	9.475

* Incluye una estimación de la leche informal.

Fuente: Dirección de Industria Alimentaria sobre la base de datos del Convenio Lechería SAGPyA -CIL - FIEL.

Cuadro 5: Producción nacional de los principales lácteos 1992-2001.

A nivel de productos, Argentina es el 10 ° exportador mundial de leche en polvo (el 7° en su variante entera), el 23 ° de quesos y el 29 ° en manteca. Sólo en el caso de la leche en polvo entera la participación argentina adquiere cierta relevancia (5,00 %).

En el decenio 1993 - 2002 las exportaciones argentinas representaron en promedio, el 13,00 % de la producción nacional, con un mínimo del 4,50 % en 1993 y un récord del 20,00 % en 2002.

Durante el año 2001, las exportaciones de productos lácteos representaron, en promedio, el 12,00 % de la producción nacional. A nivel de detalle, solamente cuatro productos superaron este sesgo exportador: la leche en polvo descremada (46,00 %), la leche en polvo entera (42,00 %), el suero (17,00 %) y los quesos duros (14,00 %).

En 2002, las colocaciones de leche en polvo y quesos sumaron el 87,00 % del total en volumen y 92,00 % en valor. En el último quinquenio se registró un aumento en la participación de leches en polvo y del suero y sus derivados, a expensas de la caída de los quesos, las leches fluidas y la manteca.

El impulso cobrado durante 2002 por nuestras exportaciones es el resultado de los profundos cambios del panorama económico, producidos por el proceso devaluatorio iniciado en enero de dicho año.

En cuanto a los destinos de las colocaciones, cabe destacar un interesante proceso de diversificación iniciado hacia 1998. El MERCOSUR ha sido en la década 1993-2002 el principal bloque comprador de nuestros productos, aunque en el bienio 2001-2002 su preeminencia se redujo 40 puntos porcentuales respecto del promedio del 82,00 % que representaba en el período 1993-2000. En 2002 acaparó el 44,00 % del tonelaje transado.

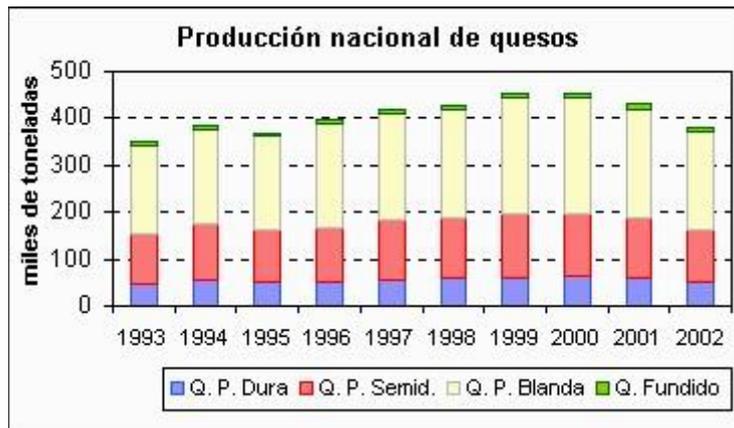
En 2002, la Argentina exportó lácteos a 98 países, aunque sólo 13 de ellos representaron individualmente compras superiores al 1,00 % del total.

Los tres primeros destinos, Brasil, Argelia y México sumaron el 60,00 % del volumen total y el 59,00 % del valor total de 2002.

1.3.2. Quesos

En nuestro país la elaboración de quesos, constituye el principal destino industrial de la leche (SAGPyA, 2004). En el año 2002 esa participación se ubicó en el 41,00 %, ocupando el 11° en la producción mundial, con una fracción del 2,20 % del total.

La tendencia más importante en este período fue la mayor expansión de la elaboración de los quesos blandos y duros respecto del relativo estancamiento de los semiduros (ver gráfico 2). Como ya es tradicional, los quesos blandos ocuparon el primer lugar en el "ranking" de elaboración durante la década 1993-2002, con el 54,00 % del total, seguido por los de pasta semidura con el 30,00 %.



Fuente: Dirección de Industria Alimentaria sobre la base de datos del Convenio SAGPyA-CIL-FIEL.

Gráfico 2: Producción nacional de quesos.

El consumo de quesos está muy arraigado en nuestros hábitos alimenticios, lo que explica los elevados niveles de consumo en relación con los ingresos de la población. A pesar de la aguda y prolongada crisis económica sufrida Argentina cuadruplicó el promedio mundial de consumo con 11,20 kg / hab / año para 2001.

Si se analizan las tendencias del consumo por pasta, se observa la pérdida de participación de los quesos duros y semiduros, aunque siguen siendo los más importantes del mercado, con casi el 50,00 % del volumen, y el crecimiento notable de los quesos blandos.

El menor precio de los quesos de pasta blanda, la difusión de su utilización en una gran diversidad de platos y en dietas reducidas en calorías, el auge de las comidas fuera del hogar y de los envíos a domicilio explican esta favorable evolución. Dentro de los quesos de pasta blanda, los que mejor responden a estas características y nuevas tendencias son, entre otros, los quesos blancos, de crema, mozzarella y Port salut.

Si bien nuestro país vende al mundo unos 35 - 40 tipos diferentes de quesos, los tres más importantes son Danbo, Parmesano y Mozzarella.

1.3. Instrumento económico

El instrumento económico utilizado para evaluar la alternativa propuesta es el de presupuesto parcial, el cual se refiere al estudio de alternativas para problemas que hacen a aspectos parciales de la empresa y que no implican modificaciones profundas en el esquema de organización y de manejo.

En este sentido, el presupuesto parcial es una etapa previa al empleo del presupuesto total o de otros métodos de programación de empresas rurales. Por otra parte, solo se hace referencia a decisiones de corto plazo, donde presenta menor importancia el factor tiempo en la decisión de inversión.

En general, la técnica del presupuesto parcial tiene mayor aplicabilidad en estudios sobre el mejor nivel de tecnología para una actividad agrícola (relación insumo / producto),

cambios simples en el uso alternativo de insumos para obtener un mismo producto (relación insumo / insumo) y cambios simples entre cultivos competitivos (relación producto / producto).

El presupuesto parcial precisamente consiste en identificar los costos e ingresos que cambian ante una determinada decisión del empresario y realizar los cálculos tendientes a medir la resultante económica de los mismos. Aquí, también, como para todo análisis económico, se debe contar con adecuada información en materia de datos físicos y precios.

En estos se toma en cuenta el efecto del cambio introducido en los ingresos y costos de la empresa. Solo se considera los costos e ingresos que cambian con la decisión de realizar variantes en el planteamiento de organización y manejo de la empresa. Por lo tanto, las consideraciones económicas relacionadas a los costos fijos y variables son fundamentales en el análisis de cambios mediante el enfoque de los presupuestos parciales (Guerra, 1992).

Esquemas de análisis por presupuestos parcial:

Estos se pueden enfocar con la mayor facilidad siguiendo un esquema de ordenamiento de la información como se presenta a continuación:

- A) Disminución de costos: gastos que no se deben efectuar dado el cambio a realizar.
- B) Aumento de los ingresos: entradas adicionales por venta de productos y por servicios prestados a través del cambio a realizar.

Sub total A + B

- C) Aumento de costos: son gastos adicionales como consecuencia del cambio a realizar.
- D) Disminución de ingresos: entradas que no se van a registrar dado el cambio a realizar.

Sub total C + D

$$\text{TOTAL} = (A+B) - (C+D)$$

En la medida que el haber sea mayor que el debe, o sea $A+B > C+D$, conviene realizar los cambios analizados.

2. Hipótesis

La hipótesis planteada del trabajo es que el rendimiento de mozzarella elaborada con leche pasteurizada es mayor que aquella realizada con leche cruda. Por otra parte también se plantea que la industrialización de una parte de la producción aumenta los ingresos percibidos en comparación con la entrega de la leche fluida.

3. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo son:

- Evaluar el comportamiento de la leche frente al tratamiento térmico de pasteurización para su transformación en mozzarella.
- Valorar la importancia del incremento de rendimiento final para la elaboración de mozzarella con leche pasteurizada.
- Difundir una tecnología que puede ser apropiada por los productores y que a su vez le permita aumentar sus ingresos ofreciendo un producto con mayor valor agregado, de calidad y con seguridad alimentaria.

4. Materiales y métodos

4.1. Análisis de calidad de la leche

La materia prima utilizada será leche de vaca integral proveniente del Tambo Santa Catalina, que se procesará en la planta piloto del Curso de Industrias Agrícolas de Lechería. Se realizarán dos tratamientos uno con leche cruda y el otro con leche pasteurizada, de cada uno de ellos se harán diez repeticiones con un volumen de 20 litros por elaboración.

Para llevar adelante las mismas, se cuenta con una tina cuya capacidad es de 100 litros, la cual en el fondo tiene una doble camisa donde se puede hacer circular alternativamente vapor o agua según se necesite. Para proveer de vapor a la tina se utiliza una caldera que trabaja a 6 bares de presión. Además, se cuenta con el resto de los elementos necesarios para llevar adelante el proceso: lira, pala, moldes (metálicos y de plástico), cucharas de madera, termómetro, material de laboratorio y drogas para determinar los análisis de calidad, etc.

A la leche recepcionada se le realizarán los correspondientes análisis para ver la calidad de la misma, procediendo posteriormente a su elaboración. Los primeros análisis que se hacen son los conocidos como de planchada, que son el de temperatura y la estabilidad frente al alcohol.

Luego se procederá con los análisis de rutina, que incluyen la determinación de la acidez, de la densidad, de la materia grasa y del pH.

La toma de muestras debe ser lo más homogénea posible, lo cual se consigue con una buena agitación mecánica durante un par de minutos.

Los métodos empleados para las determinaciones realizadas en leche serán:

Temperatura: se debe controlar la temperatura con que llega la leche a la fábrica, o bien a la salida del tambo, ya que dicho valor tendrá incidencia en la conservación. Se sabe que la leche recién ordeñada tiene una temperatura aproximada de 37° C. Normalmente posee una

variada flora microbiana que a dicha temperatura encuentra condiciones óptimas para su desarrollo, por lo tanto se debe enfriar inmediatamente después del ordeño.

Estabilidad al etanol: FIL 48:1969

Esta prueba permite la aceptación de la leche al productor. El alcohol actúa deshidratando los coloides de las proteínas, por lo tanto, van a tener menor estabilidad, por lo cual si la leche no se encuentra en buenas condiciones se cortará.

Esta prueba es indicativa de la estabilidad pero no definitiva, por lo cual se recomienda hacer junto con esta una comprobación de estabilidad térmica.

Reactivos: etanol 70 % v /v

Material: tubos de ensayo, pistola alcoholera.

Técnica: se mezclan 2 ml de leche con 2 ml de etanol 70 % v /v y se observa.

Interpretación: floculación neta resultado positivo, por lo tanto se rechaza. Ausencia de floculación resultado negativo se acepta.

Materia grasa: Método de Gerber. Norma IRAM 14.003-2/1990

Este método consiste en tratar la muestra de leche con ácido sulfúrico para destruir la película protectora del glóbulo graso y lograr la disolución total de la caseína. Además, empleamos el alcohol amílico para disminuir la tensión en la interfase entre la grasa y la mezcla en reacción, facilitando el ascenso de los glóbulos grasos pequeños por centrifugación.

Materiales: butirómetro calibrado para leche (IRAM 9010). Pipetas de 11,00 10,00 y 1,00 ml aforadas (IRAM 9011). Baño de maría 65 ° C +/- 2° C. Centrifuga 1200rpm.

Reactivos: ácido sulfúrico densidad 1,820 /1,825 g/ml. Alcohol amílico densidad 0,820 / 0,825 g/ml, libre de furfural. Dichos reactivos pueden venir formulados comercialmente, si eso no ocurriera, se deben diluir de su estado puro con ayuda de agua destilada y densímetros específicos.

Técnica: colocar el butirómetro invertido sobre una gradilla, agregarle 10,00 ml de ácido sulfúrico, 11,00 ml de leche lentamente y por las paredes para evitar que se carbonicen las primeras porciones de leche que entran en contacto con el ácido. Añadir luego, 1,00 ml de alcohol amílico. Si fuera necesario se incorpora agua destilada tibia para facilitar la lectura en la escala. Se tapa el butirómetro, se toma con un trapo debido a que se produce una reacción exotérmica y se asegura el tapón, se invierte hasta total disolución del coágulo de caseína. Se lleva luego, a baño de maría durante 5 minutos, después 5 minutos a centrifuga. Se retira y va nuevamente a baño de maría durante 5 minutos. Transcurrido el procesamiento se efectúa la lectura de la columna transparente ajustando o aflojando el tapón.

Interpretación: la cantidad de materia grasa en la muestra está determinada por lectura directa en el butirómetro y expresada en porcentaje ó gramos / 100ml.

Densidad: Método AOAC 925.22-CAA 13.6 (Método de Quevenne)

Materiales: probeta de 250 ml, termolactodensímetro de Quevenne.

Técnica: agitar la leche, verter una muestra en la probeta procurando no se forme espuma. Introducir el aparato e imprimirle un ligero movimiento de rotación. Esperar que se estabilice y efectuar las lecturas de temperatura y densidad en las respectivas escalas del densímetro. Para leer en la escala de densidad se tendrá en cuenta la parte superior del menisco.

Interpretación: se debe trabajar a 15 ° C si ello no ocurriera se debe corregir la lectura de densidad por tablas, cuyas coordenadas son temperatura y densidad.

pH: Método potenciométrico con equipo HANNA HI 8424

La medición potenciométrica se efectúa con el peachimetro que tiene una resolución en la escala pH de $\pm 0,01$.

Acidez: AOAC 947.05-CAA 13.11

Se determina por titulación directa con hidróxido de sodio 0,111 N. Lo que en realidad medimos al hacer una determinación rutinaria de acidez, es la cantidad de álcalis necesaria para alcanzar el pH 8,40, que es el punto donde vira la fenolftaleína, de incolora a rosa. El grado Dornic expresa el número de décimas de mililitro de hidróxido de sodio 0,111 N necesarios para neutralizar 10 ml de leche

Materiales: pipetas de 1,00 y 10,00 ml, bureta, Erlenmeyer.

Reactivos: solución alcohólica de fenolftaleína al 2%. Hidróxido de sodio 0,111 N.

Técnicas: colocar 10,00 ml de leche en un Erlenmeyer, agregar 2 a 3 gotas de solución alcohólica de fenolftaleína al 2 % y titular con hidróxido de sodio 0,111 N hasta aparición de color rosado pálido. Leer los ml gastados en la bureta.

Interpretación: si la lectura fue 1,9 ml de hidróxido de sodio queda expresado: 19 ° Dornic ó 0,019 g de ácido láctico en 10 ml de leche.

Proteína: FIL 20B 1993, macro Kjeldahl.

El método de análisis de proteínas más exacto y confiable se basa en la determinación de nitrógeno según Kjeldahl, el cual consiste en la digestión de una cantidad pesada de la muestra con ácido sulfúrico concentrado y sulfato de potasio y con la utilización de sulfato de cobre como catalizador, de manera que el nitrógeno combinado en los compuestos orgánicos se transforme en sulfato de amonio. La solución se alcaliniza con hidróxido de sodio para convertir el ión amonio en amoníaco. Este se destila y se absorbe en una solución abundante de ácido bórico. Luego se titula esta solución con una solución de ácido clorhídrico.

Reactivos: sulfato de potasio, solución de sulfato de cobre, ácido sulfúrico puro, solución de hidróxido de sodio al 47,00 % m/m, solución de ácido bórico, solución indicadora, solución volumétrica de ácido clorhídrico,

Expresión de los resultados: el contenido de nitrógeno expresado en gramos de nitrógeno por cada 100 g de producto es igual a:

$$\frac{1,40 (V - V_0) C}{m}$$

Donde: V es el volumen en ml de la solución volumétrica de ácido clorhídrico utilizada en la determinación.

V_0 son los ml de la solución de ácido clorhídrico utilizada en la prueba de blanco.

C es la concentración en equivalentes por litro de la solución de ácido clorhídrico.

m es la masa de la porción de prueba en g.

El contenido crudo de proteína expresado en gramos por cada 100,00 g de producto se obtiene mediante la multiplicación del contenido de nitrógeno por un coeficiente igual a 6,38.

Una vez realizados los análisis se llevaran a cabo los procesos de elaboración, diferenciándose ambos tratamientos en la pasteurización de la leche.

4.2. Elaboraciones

4.2.1. Con leche cruda (Tratamiento 1)

Se coloca la leche en la tina previamente filtrada y se va elevando lentamente la temperatura hasta llegar a los 33,00 - 34,00 ° C. Una vez alcanzada la misma, se agrega la cantidad correspondiente de cloruro de calcio y de cuajo.

El rango a agregar de cloruro de calcio es de 0,20 a 0,40 g / l, en este caso por tratarse de leche cruda se agregan 0,25 g / l, correspondiente a 20,00 ml de una solución de CaCl_2 al 25,00 %.

En este tratamiento no se adicionó fermento, ya que al no pasteurizar la leche permanece la flora banal presente y es la que se utiliza.

Respecto al cuajo se determina la cantidad a agregar por fórmula, en función de la fuerza del cuajo, el tiempo de coagulación, la temperatura de coagulación y el volumen de leche a elaborar.

$$\text{Cantidad cuajo} = \frac{40.000 \times 35^\circ \text{ C} \times \text{cantidad de leche}}{\text{Fuerza del cuajo} \times T^\circ \text{ coag.} \times \text{tiempo}}$$

El utilizado es cuajo bovino líquido Naturen, Christian Hansen extraído del estómago del bovino adulto. El cuajo con un alto contenido de quimosina se extrae del estómago de terneros jóvenes, mientras que de los bovinos adultos se obtiene un cuajo con un alto contenido de pepsina bovina. Se considera que la quimosina del ternero es la enzima ideal para la elaboración de quesos. La pepsina bovina también presenta una alta capacidad de coagulación, pero es más sensible a las variaciones de la calidad de la leche. Las características principales de Naturen son: calidad constante, actividad proteolítica altamente específica, alto rendimiento, maduración equilibrada del queso.

La cantidad a agregar es 20,00 ml, ya que la fuerza del cuajo es de 1200, la cantidad de leche 20,00 litros, la temperatura de coagulación 33,00 ° C y el tiempo 30 minutos.

Una vez adicionado, se espera a que la leche coagule, lo cual se producirá a los 30 minutos aproximadamente. Transcurrido este lapso se verifica si está consistente la cuajada y se procede a cortarla con una lira a tamaño de cubos de 1 cm de arista, se deja en reposo hasta que aflore un poco de suero (generalmente 5 a 7 minutos). Se continúa trabajando despacio con la pala suavemente para ir uniformando los granos al tamaño de una nuez.

En este momento se toma una muestra de suero y se determina la acidez (debe ser 2 / 3 de la acidez de la leche en el momento de la coagulación), siguiendo el mismo procedimiento que para la leche.

Pasados aproximadamente 15 minutos se va subiendo la temperatura de cocción hasta los 40,00 - 42,00 ° C, en forma lenta y gradual, con vapor a través de la camisa de la tina. Se va trabajando con la pala suavemente, hasta que tome consistencia más firme la cuajada. Cuando se llega a la temperatura deseada se corta el suministro de vapor.

Luego se deja que la masa se deposite en el fondo, se separa la misma del suero, se la coloca en moldes de plástico y se la deja que madure. Cuando ha descendido el pH a un valor en un rango entre 4,90 - 5,20 se está en condiciones de hilar la masa.

Para el hilado se prueba primero con un trozo de cuajada para ver si hila bien, se corta en cubos chicos la masa y se utiliza agua de buena calidad a una temperatura de 75,00 - 80,00 ° C en una proporción de 1,50 - 2,00 kg agua / kg de masa, para que la temperatura de equilibrio durante el hilado sea de 63,00 - 65,00 ° C.

Se amasa la cuajada y se va trabajando hasta obtener los hilos, la operación concluye cuando la masa presenta la plasticidad, elasticidad y extensibilidad adecuada. Se trasvasa a moldes metálicos que le darán la forma final al producto. Se sumergen los mismos en agua fría para detener el proceso, que baje la temperatura marcadamente y así endurecer la masa, expulsar el suero que pueda quedar retenido y cortar el proceso fermentativo si es que quedara algo de actividad luego del hilado.

De aquí se llevan a salmuera, la cual está en la cámara de frío a un rango de temperatura entre 4 y 8° C, con una concentración de 20,00 % de cloruro de sodio. El tiempo de la salazón varía en función del tamaño del queso (3 a 24 horas). Transcurrido el tiempo correspondiente, se sacan de aquí y se determina el peso para calcular el rendimiento una vez obtenido el producto final.

4.2.2. Elaboración con leche pasteurizada (Tratamiento 2)

Se coloca la muestra en la tina, se filtra y se va subiendo la temperatura hasta llegar a los 72,00 ° C, se mantiene a esa temperatura durante 15 segundos para lograr la pasteurización. Una vez pasteurizada se va bajando la temperatura hasta los 37,00 ° C, momento en que se adicionan el cloruro de calcio y el fermento.

Al ser leche pasteurizada se adiciona 0,40 g / l de cloruro de calcio, correspondiente a 32,00 ml de una solución de CaCl₂ al 25,00%.

En cuanto al fermento utilizado es: *Streptococcus thermophilus* TH4, es un DVS liofilizado. Es un cultivo láctico termófilo, de cepas definidas con mejorada resistencia a bacteriófagos.

Los cultivos DVS liofilizados son cultivos concentrados y normalizados para la inoculación directa de la leche elaborada. No requieren estos cultivos ninguna forma de resiembra u otra forma de pre - maduración antes de ser utilizados.

Los cultivos DVS son gránulos hidrosolubles con un diámetro de aproximadamente 5,00 mm y un color blanco natural. Los gránulos tienen un ligero olor a peptona.

Aplicación: el cultivo se utiliza principalmente en la producción de queso, por ejemplo, mozzarella, barra, Port Salut, Cuartirolo, Provolone y otros quesos duros. El cultivo puede ser aplicado sólo o con otros cultivos lácticos, como el *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Lactobacillus helveticus*.

Características: actividad 4 horas, pH 5.00 - 5.20 (500u /5000 litros, 37 ° C), concentración celular mínima 5×10^{10} UFC / g sabor y producción de gas: aroma y sabor ninguno, proteólisis media (3.0 mM Leucina); sensibilidad salina: 50,00 % de inhibición con 2,20 % NaCl y 100,00 % de inhibición con 3,00 % NaCl.

En este caso se adicionó fraccionando la cantidad correspondiente para los 20,00 litros que se procesan ya que viene en sobres para 1000,00 litros.

Se deja que actúe el fermento y se va bajando la temperatura hasta los 33,00 - 34,00° C en donde se agrega el cuajo. Este es el mismo que el utilizado en el otro tratamiento, la cantidad también es 20,00 ml. Se espera que coagule, aproximadamente 30 minutos, y se corta la cuajada con la lira.

Se sigue trabajando con la pala hasta alcanzar el tamaño adecuado, y se toma una muestra de suero para determinar la acidez del mismo modo que para la leche. Se hace pasar vapor por la tina para subir la temperatura hasta los 40,00 - 42,00° C para lograr la cocción de la cuajada y que adquiera la consistencia adecuada.

Se separa el suero de la cuajada, y la misma se coloca en moldes de plásticos, en los que permanecerá hasta que descienda el pH entre 4,90 – 5,20, momento en el cual se puede hilar la masa.

Para el hilado se corta la masa en pequeños cubos y se la coloca en agua caliente a 80,00 - 85,00° C, se va amasando y cuando hila bien se envasan en moldes metálicos. Así se ponen en agua fría para bajar la temperatura, frenar el proceso y que conserven la forma.

Luego se colocan en salmuera, la cual está en la cámara de frío a un rango de temperatura entre 4 y 8° C, con una concentración de 20,00 % de cloruro de sodio. El tiempo de permanencia es en función del peso de la mozzarella. Una vez finalizada la salazón se pesan y se calcula el rendimiento.

4.2.2. Método estadístico

El método utilizado es el Test de Student, el cual sirve para comparar las medias entre los tratamientos.

La prueba de t para dos muestras se basa en el supuesto fundamental de que las muestras aleatorias tomadas de las dos poblaciones son normales (Montgomery, 1993).

Se van a analizar los resultados de los parámetros de calidad y los resultados de las elaboraciones. La variable rendimiento ha sido transformada, ya que está tomada en porcentaje. De esta manera se puede aproximar la variable a la normalidad, evitando que las varianzas estén en función de la media. La transformación apropiada en este caso es arco seno de la raíz cuadrada del % (Sokal y Rohlf, 1980).

4.3. Análisis económico

4.3.1. Descripción del establecimiento

La leche para la experimentación provino del establecimiento que tiene la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales en Santa Catalina, partido de Lomas de Zamora. Cuenta con una superficie total de 515 hectáreas de las cuales sólo 164 son aptas para uso agropecuario donde funciona un tambo. El mismo está emplazado dentro de la superficie productiva, de las cuales sólo 136,50 ha se destinan a esta actividad, los verdeos, las pasturas y alrededor de un 6 % de campo natural.

Este establecimiento no se puede considerar modal, ya que según datos del Censo Nacional Agropecuario 2002 es el único tambo en este partido, cuyas existencias por categoría se mantienen en los órdenes declarados en ese evento (Tabla 1).

Total animales	Terneritas tambo	Vaquillonas tambo	Vacas secas	Vacas en producción
209	30	47	64	68

Fuente: INDEC, Censo Nacional Agropecuario 2002.

Tabla 1: Existencias por categoría de tambo

El sistema de producción lechera es de base pastoril, cuenta con un planteo de rotación de 3 x 2, 3 años de pasturas y 2 años de cultivos anuales (verdeos de invierno y verano). La superficie destinada a las pasturas es de 74,20 ha; las mismas están repartidas entre alfalfa pura y la mezcla compleja de trébol rojo, trébol blanco, cebadilla y Ray grass, que cumplen con los requerimientos del sistema de producción de esta zona (Cuenca Abasto Sur).

Los verdes de invierno que se realizaron fueron avena y Ray grass totalizando una superficie de 25,90 has. Respecto a los verdes de verano se implantaron 24 has de sorgo granífero para silo, y 6,90 has de soja para pastoreo para llevar a cabo un ensayo.

Las labores de siembra (de pasturas o verdeo), fertilizaciones, pulverizaciones y desmalezadas para cuidados que demanden los cultivos se efectúan con maquinaria propia. La confección de los rollos de pastura, el picado y confección del silo puente se realizan con contratistas.

El aprovechamiento de las pasturas es a través del pastoreo rotativo. Para la alimentación de las vacas del tambo, se cuenta con la base forrajera antes mencionada, y además con alimento balanceado comercial. El mismo se entrega a razón de 1,50 kg /vaca, totalizando 3,00 kg / vaca / día.

Además, se asigna a las vacas, una vez finalizado el ordeño de la tarde, silo de sorgo, en el corral de encierre, a razón de 25 – 30 kg / vaca, aproximadamente desde mayo hasta septiembre. En dicho corral, en el cual permanecen hasta el ordeño de la madrugada también se les da rollos de pastura.

El tambo de Santa Catalina en el año 2003, tuvo un promedio anual de 96 vacas, de raza Holando Argentino en producción conformando un solo rodeo. La reposición del rodeo es de un 20,00 % y se realizó en el propio establecimiento, ya que es la base productiva del sistema y su valor como capital.

El manejo de las hembras de reposición se dividió en distintas etapas. Al nacer se identificaron con caravana, se tatuaron y se trataron con yodo tanto a los terneros como a las terneras, permanecieron dos días con la madre, pasando luego a la guachera. En esta primera etapa recibieron como alimento leche procedente del tambo y maíz. La misma se organizó en piquete y tuvo una duración aproximada de 30 días, siendo el criterio para pasar a la siguiente etapa el peso del ternero 70 kg o el consumo de un kilogramo de concentrado.

Luego, siguió la recría en un piquete, que va desde los 70 kg hasta los 130 kg, y duró 3 meses donde recibieron una ración de alimento balanceado comercial, silo de sorgo granífero y rollos de pastura. A partir de este punto, siguió la recría II, donde estuvieron 3 - 4 meses con la misma dieta que en la etapa anterior la única diferencia fue la cantidad aportada, tanto en la recría I y II permanecen encerrados los terneros.

Por último, en la recría III las vaquillonas pasaron a una pastura, aunque siguen recibiendo silo y rollos, hasta llegar al peso adecuado para entrar a servicio. El criterio para el primer servicio de las vaquillonas fue por peso, 2 / 3 peso adulto (370 kg) y edad 15-18 meses.

Los terneros recibieron la misma alimentación que las hembras hasta la recría I, momento en que generalmente se venden o son utilizados por los profesionales de la Facultad de Ciencias Veterinarias con fines didácticos.

Se utiliza inseminación artificial para todas las categorías y se realiza ginecología sistemática. La detección de celo la realiza el tambero y la inseminación está a cargo del responsable del tambo.

El manejo sanitario del rodeo lo realiza un grupo de médicos veterinarios pertenecientes a la Facultad de Ciencias Veterinarias. Se mantiene el tambo libre de Brucelosis, Tuberculosis, Tricomonirosis y Vibriosis. Todos los meses se realiza control lechero, servicio que se deriva a terceros.

Uno de los objetivos a mediano plazo, con toda esta tecnología aplicada y con el manejo realizado, es incrementar la producción.

El establecimiento cuenta con una máquina de ordeñar Westfalia-Surge de seis bajadas, brete espina de pescado, una refrescadora y un equipo de enfriado de leche. Se realizan dos ordeños diarios, el primero a las 3 h y el segundo a las 15 horas, empleando una rutina de trabajo que garantiza la calidad de la leche. El secado de los animales es dirigido en relación al estado reproductivo (60 días pre - parto) o nivel de producción (< 6 litros / vaca) y estado corporal.

Respecto a la mano de obra se dispone de un tambero, que vive en el campo con su familia, encargándose él de todas las tareas del tambo (ordeño, asignación del forraje al rodeo, guachera, etc.).

El promedio anual en el año 2003 fue de 17,75 litros /vaca /día, generando una producción promedio de 1.730 litros /día, la misma se entrega a la empresa Parmalat en su totalidad representando un ingreso al establecimiento de \$ 273.062,37 anuales. En la tabla 2 se encuentra detallada por mes la producción y los ingresos percibidos durante el periodo 2003 – 2004.

Concepto	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun
Litros. totales	53.010	53.599	53.010	55.366	53.010	46.872	44.407,50	40.740	50.344	53.190	60.078	59.280
Pesos por litro.	0,45	0,45	0,43	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Ingresos totales	23.854,50	24.119,55	22.794,30	23.807,38	22.794,30	20.154,96	19.539,30	17.925,60	22.151,36	23.403,60	26.434,32	26.083,20

Tabla 2: Producción de Santa Catalina

4.3.2. Evaluación económica

Lo que se propone evaluar como alternativa es elaborar en la Planta Piloto del Curso de Industrias Agrícolas de Lechería de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 100,00 litros de leche por día, en mozzarella y entregar el resto a la usina de Parmalat. En la tabla 3, se observa como sería la distribución de la producción mes a mes tomando como referencia la que se obtuvo durante el año 2003.

Producción en litros	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun
Total	53.010	53.599	53.010	55.366	53.010	46.872	44.407,5	40.740	50.344	53.190	60.078	59.280
Destino a elaboración	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Entrega a usina	50.010	50.599	50.010	52.366	50.010	43.872	41.407,5	37.740	47.344	50.190	57.078	56.280

Tabla 3: Distribución de la producción

La técnica de elaboración que se seguirá es la descrita en el punto 4.2.2. (Elaboración con leche pasteurizada) con un rendimiento promedio del 11,00 %.

Lo que se va a evaluar utilizando como medida de resultado los presupuestos parciales, es la conveniencia de seguir avanzando un eslabón más en la cadena, agregando valor con la elaboración de mozzarella a partir de leche pasteurizada ó entregar la totalidad de la producción a la industria como se hace en la actualidad.

Se eligió este instrumento económico ya que en este caso se consideró la mejor forma de utilizar los recursos disponibles en el marco de las posibilidades concretas que ofrece la Facultad para emprender este tipo de actividades aclarando que la decisión bajo estudio se enmarca en el corto plazo.

5. Resultados

5.1. Análisis de calidad

5.1.1 Resultados de los análisis

Fecha	Temperatura	Alcohol	Densidad	MG (%)	Acidez °D	pH
11/08/2004	10	negativa	1.0311	3,70	20,00	6,74
26/08/2004	10	negativa	1.0302	3,70	22,00	6,74
01/09/2004	10	negativa	1.0322	3,80	17,00	6,68
14/09/2004	6	negativa	1.0312	3,50	18,00	6,67
22/09/2004	10	negativa	1.0311	3,40	17,00	6,68
21/10/2004	10	negativa	1.0312	3,50	18,00	6,71
03/11/2004	10	negativa	1.0311	3,50	18,00	6,71
17/11/2004	5	negativa	1.0314	3,50	23,00	6,59
17/11/2004	5	negativa	1.0314	3,50	23,00	6,59
25/11/2004	6	negativa	1.0306	3,50	18,00	6,71
Promedios				3,56	19,40	6,68

Tabla 4: Análisis de calidad de leche para el tratamiento con leche cruda

Fecha	Temp.	Alcohol	Densidad	MG (%)	Acidez °D	pH
25/11/2004	6	Negativa	1.0306	3,50	18,00	6,74
09/12/2004	5	Negativa	1.0312	3,40	20,00	6,74
09/12/2004	5	Negativa	1.0312	3,40	20,00	6,74
22/12/2004	10	Negativa	1.030	3,40	20,00	6,67
22/12/2004	10	Negativa	1.030	3,40	20,00	6,67
29/03/2005	5	Negativa	1.0289	3,60	20,00	6,77
29/03/2005	5	Negativa	1.0289	3,60	20,00	6,77
11/04/2005	10	Negativa	1.030	3,80	19,00	6,71
11/04/2005	10	Negativa	1.030	3,80	19,00	6,71
11/04/2005	10	Negativa	1.030	3,80	19,00	6,71
Promedios				3,57	19,50	6,73

Tabla 5: Análisis de calidad de leche para el tratamiento con leche pasteurizada

5.1.1 Análisis estadístico

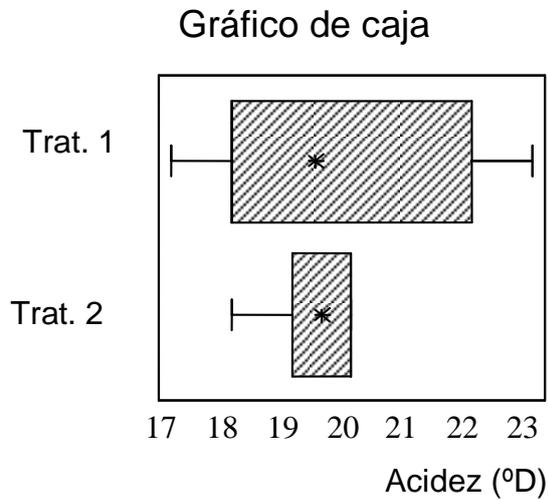


Gráfico 3: Acidez °D

Comparación de medias de acidez entre los dos tratamientos

Hipótesis nula: Media 1 = media 2

Hipótesis alternativa: Media1 es diferente media 2

Asumiendo que hay igualdad de varianzas: $t = -0,125767$ valor -P = 0,901311

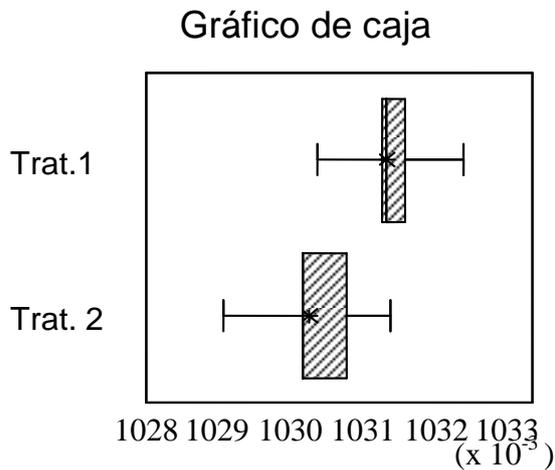


Gráfico 4: Densidad relativa

Comparación de media densidad relativa

Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis alternativa: media1es diferente media2

Asumiendo que hay igualdad de varianzas: $t = 3,57973$ valor-P = 0,00214162

Gráfico de caja

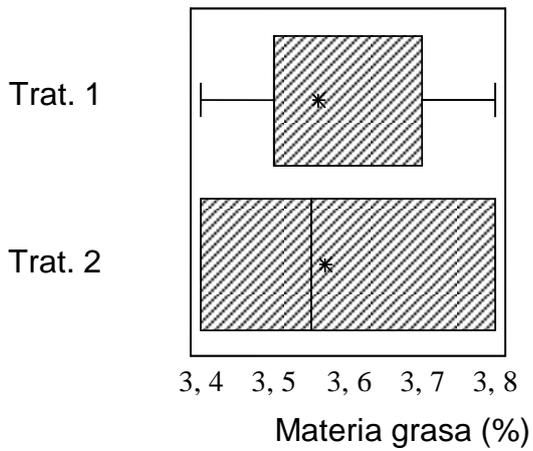


Gráfico 5: Materia grasa (%)

Comparación de medias de materia grasa

Hipótesis nula: $media_1 = media_2$

Hipótesis alternativa: media 1 es diferente media2

Asumiendo que hay igualdad de varianzas: $t = -0,145521$ valor-P = 0,885916

Gráfico de caja

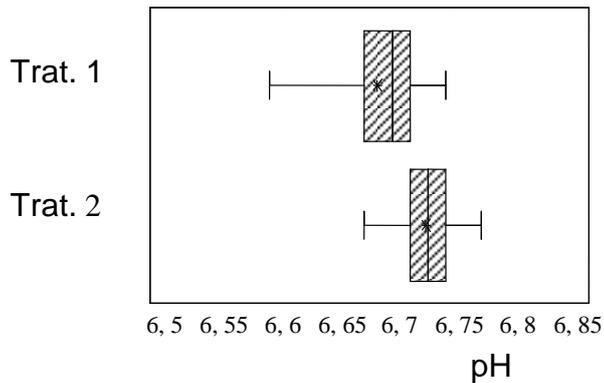


Gráfico 6: pH

Comparación de medias de pH

Hipótesis nula: $media_1 = media_2$

Hipótesis alternativa: media1 es diferente media2

Asumiendo que hay igualdad de varianzas: $t = -2,00671$ valor-P = 0,0600413

En la tabla 6 se presenta una síntesis de los resultados obtenidos del Test de Student “t”, que compara medias.

Se comparan parámetros de calidad determinados en dos grupos de leche, que posteriormente serán materia prima para el proceso de elaboración de quesos con leche cruda y leche pasteurizada.

	Acidez	pH	Materia grasa	Densidad
Comparación de leches para ambos procesos de elaboración	t = - 0.1257	t = - 2.0067	t = - 0.1455	t = 3.5797
	valor-p = 0.9013	valor-p = 0.060	valor-p = 0.8859	valor-p = 0.0021

Tabla 6: Cuadro resumen

Los resultados obtenidos del test de Student , al comparar las medias de los dos tratamientos, a partir de los análisis de calidad de la leche utilizada para elaborar no mostraron diferencias entre ambos tratamientos, leches cruda y pasteurizada, en los parámetros acidez, materia grasa y pH. En todos los casos se aplicó una prueba bilateral, con un nivel de significancia de 0,05.

Sólo el parámetro densidad, manifiesta una diferencia entre los dos grupos de leche, pero en todas las muestras la misma se encuentra dentro del rango óptimo para elaborar. Quizá pueda deberse a la época de obtención de la misma, ya que el tratamiento con leche cruda se realizó en la primavera del año 2004 y las de leche pasteurizada principalmente en el verano del 2005.

5.2. Elaboraciones

5.2.1 Resultados de las elaboraciones

Fecha	Cantidad(l)	CaCl ₂ (ml)	Cuajo(ml)	Ac.suero(°D)	pH masa	pH hilado	Peso(kg)	Rend(%)
11/08/2004	20,00	20,00	20,00	14,00	6,00	5,10	1,97	9,85
26/08/2004	20,00	20,00	20,00	14,00	6,12	5,20	2,10	10,53
01/09/2004	20,00	20,00	20,00	12,00	5,40	5,10	2,05	10,25
14/09/2004	20,00	20,00	20,00	13,00	5,90	4,93	1,90	9,53
22/09/2004	20,00	20,00	20,00	12,00	6,10	5,13	1,85	9,25
21/10/2004	20,00	20,00	20,00	13,00	6,00	5,00	1,75	8,75
03/11/2004	20,00	20,00	20,00	13,00	6,20	5,10	1,90	9,50
17/11/2004	20,00	20,00	20,00	15,00	5,98	4,77	1,95	9,75
17/11/2004	20,00	20,00	20,00	14,00	5,90	4,73	2,00	10,00
25/11/2004	20,00	20,00	20,00	14,00	5,90	4,81	1,99	9,95
Promedios				13,40	5,95	5,09	1,95	9,74

Tabla 7: Datos de las elaboraciones en el tratamiento con leche cruda

Fecha	Cantidad(l)	Ca Cl ₂ (ml)	Cuajo(ml)	Ac.suero(°D)	pH masa	pH hilado	Peso(kg)	Rend(%)
25/11/2004	20,00	32,00	20,00	14,00	5,94	5,00	2,11	10,55
09/12/2004	20,00	32,00	20,00	15,00	5,90	5,10	2,28	11,40
09/12/2004	20,00	32,00	20,00	14,00	5,87	5,00	2,27	11,35
22/12/2004	20,00	32,00	20,00	15,00	5,85	4,84	2,00	10,00
22/12/2004	20,00	32,00	20,00	15,00	5,69	4,86	2,07	10,35
29/03/2005	20,00	32,00	20,00	15,00	5,75	4,50	2,20	11,00
29/03/2005	20,00	32,00	20,00	14,00	5,55	4,40	2,25	11,25
11/04/2005	20,00	32,00	20,00	13,00	6,10	5,15	2,28	11,40
11/04/2005	20,00	32,00	20,00	12,00	6,29	5,00	2,30	11,50
11/04/2005	20,00	32,00	20,00	13,00	6,30	4,95	2,25	11,25
Promedios				14,00	5,90	4,88	2,20	11,00

Tabla 8: Datos de las elaboraciones en el tratamiento con leche pasteurizada

5.2.2 Análisis estadístico

Gráfico de caja

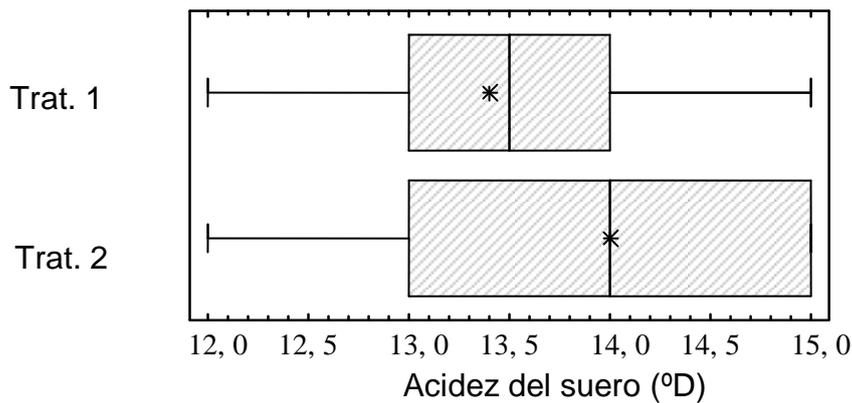


Gráfico 7: Acidez del suero (°D)

Acidez del suero

Hipótesis nula: media 1 = media 2

Hipótesis alternativa: media 1 es diferente media 2

Asumiendo que hay igualdad de varianzas: $t = -1,32698$ valor-P = 0,201104

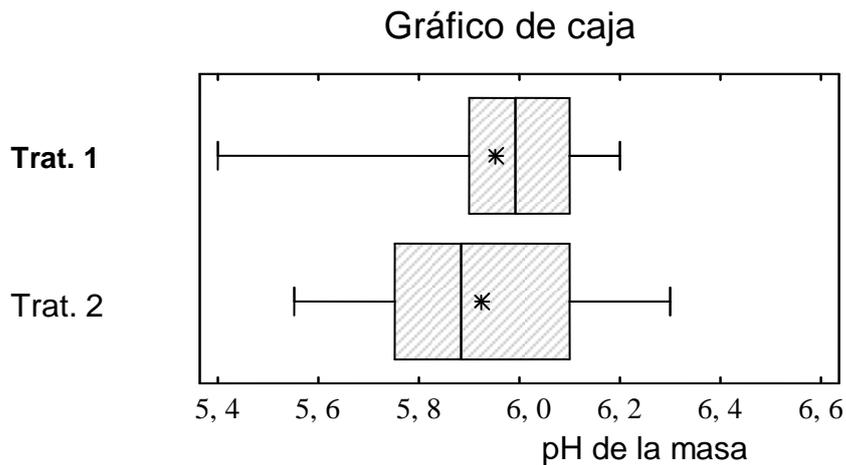


Gráfico 8: pH masa

pH de la masa

Hipótesis nula: media 1 = media 2

Hipótesis alternativa: media 1 es diferente media 2

Asumiendo que hay igualdad de varianzas: $t = 0,250412$ valor-P = 0,805105

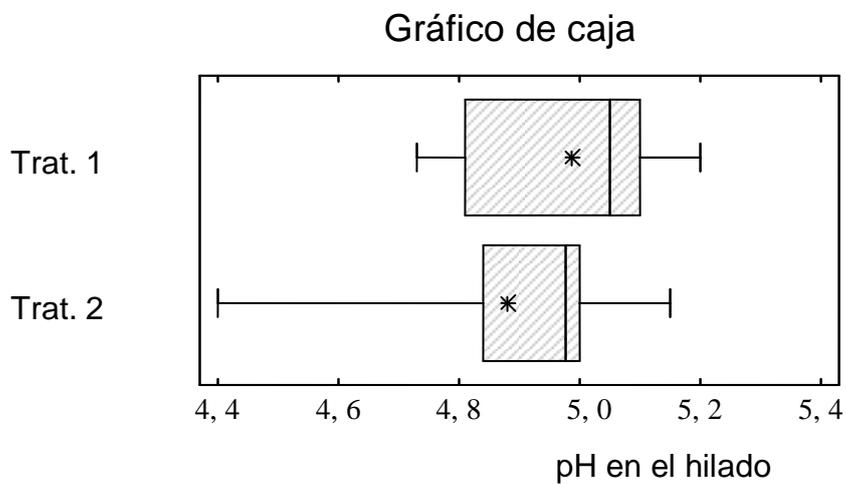


Gráfico 9: pH en el hilado

pH en el hilado

Hipótesis nula: media 1 = media 2

Hipótesis alternativa: media 1 es diferente media 2

Asumiendo que hay igualdad de varianzas: $t = 1,13618$ valor-P = 0,270783

En la tabla 9 se presenta una síntesis de los resultados obtenidos del Test de Student "t", que compara medias en los parámetros posteriores a la elaboración.

	Acidez suero	pH masa	pH en el hilado
Comparación de parámetros	t = -1,32698	t = 0,250412	t = 1,13618
	p = 0,201104	p = 0,805105	p = 0,270783

Tabla 9: Resumen resultados de parámetros posteriores a la elaboración

Los parámetros acidez del suero, el pH de la masa y el pH en el hilado no mostraron diferencias entre los dos tratamientos en ningún caso.

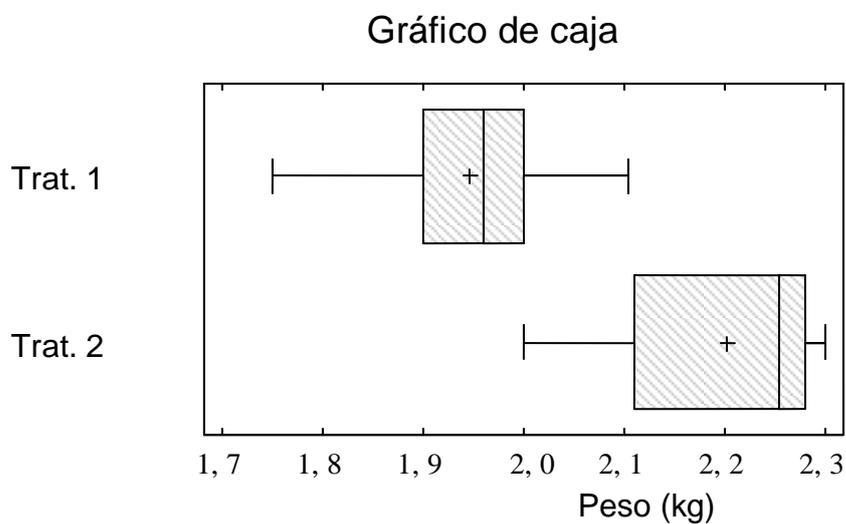


Gráfico 10: Peso de la mozzarella

Comparación de peso

Hipótesis nula: media 1 = media 2

Hipótesis alternativa: media 1 < media 2

Assumiendo que hay igualdad de varianzas: t = -5,52494 valor-P = 0,0000151221

Gráfico de caja

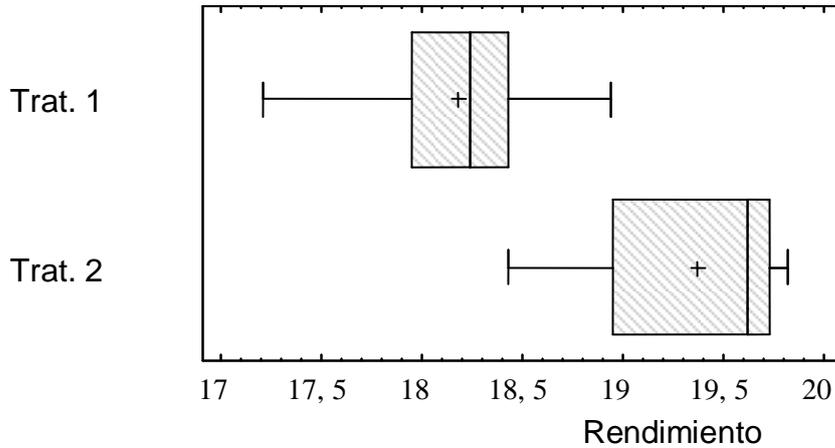


Gráfico 11: Rendimiento de la mozzarella

Comparación de Rendimiento

Hipótesis nula: media 1 = media 2

Hipótesis alternativa: media 1 < media 2

Asumiendo que hay igualdad de varianzas: $t = -5,47782$ valor $-P = 0,0000167029$

En el caso del peso obtenido de cada muestra y el rendimiento del mismo, se aplicó una prueba unilateral, para corroborar si el peso del T1 es mayor que el T2, también con un α del 0,05. El rendimiento fue calculado como peso [kg]/ litros leche] expresado como porcentaje, por lo que fue transformado para realizar el test “t”.

Se obtuvieron diferencias entre los tratamientos, ya que el valor de P es menor que 0,05 en todos los casos. Si el valor de P es menor que 0,01 las diferencias son altamente significativas que es lo que ocurrió, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, es decir que existe evidencia estadística altamente significativa para suponer que el rendimiento del queso elaborado con leche pasteurizada es mayor que el elaborado con leche cruda.

5.3. Resultados económicos

En la alternativa a evaluar se diversifican los ingresos, una parte de los mismos sería por la venta de la leche a la usina, lo que se muestra en la tabla 10, donde están detallados por mes alcanzando los \$ 257.282,37 anuales.

Concepto	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun
Litros totales	50.010	50.599	50.010	52.366	50.010	43.872	41.407,5	37.740	47.344	50.190	57.078	56.280
\$ por litro	0,45	0,45	0,43	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Ingresos totales	22.505	22.770	21.504	22.517	21.504	18.865	18.219,3	16.606	20.831	22.084	25.114	24.763

Tabla 10: Ingresos mensuales por venta de leche

La tabla 11 presenta los ingresos percibidos por la venta de mozzarella, con un valor de 7,00 \$/kg. El total de gastos anuales sería de \$ 24.615,12, los ingresos anuales de \$ 27.720 lo que arrojaría un margen anual de \$ 3.104,88.

Concepto	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun
Costos	2.080,26	2.080,26	2.027,46	2.027,46	2.027,46	2.027,46	2.057,46	2.057,46	2.057,46	2.057,46	2.057,46	2.057,46
Ingresos	2.310,00	2.310,00	2.310,00	2.310,00	2.310,00	2.310,00	2.310,00	2.310,00	2.310,00	2.310,00	2.310,00	2.310,00
Beneficio	229,74	229,74	282,54	282,54	282,54	282,54	252,54	252,54	252,54	252,54	252,54	252,54

Tabla 11: Ingresos mensuales por venta de mozzarella

Al elaborar 100 litros de leche por día con un rendimiento del 11,00 % se obtienen 11,00 kg de mozzarella, lo que sumaría 330,00 kg mensuales y 3.960,00 kg anuales. El total de gastos en que se incurrirá al elaborar la mozzarella se enumeran en las tablas 5, 6 y 7.

En el caso de la leche, el precio varía a lo largo del año (\$ 0,45; 0,43 y 0,44 por litro), por lo que se calcularon gastos por separados para cada uno ellos (Tablas 12, 13 y 14). En este caso al provenir la leche del Instituto de Santa Catalina Lomas de zamora) y elaborarse en la Planta Piloto de la Facultad hay que agregarle al valor de la leche el costo de traslado hasta la planta. Para ello se tiene en cuenta que por mes se destinan \$ 250,00 para gastos de viáticos y movilidad (8,33 \$ /día), pero como el encargado del tambo y los profesionales, tanto de las Facultades de Veterinaria y Agronomía, viajan a diario por cuestiones académicas y de organización, se considera que no recae con todo su valor por lo que se estimó un 20,00 % del mismo, resultando un gasto de \$ 1,67 para trasladar los 100,00 litros por día. Además, el personal sólo trabaja hasta el sábado al mediodía, por ello el viernes se traerían 200,00 litros para considerar la elaboración del sábado y el lunes también el doble para realizar la del domingo. Los precios tanto del cloruro de calcio, cuajo, fermento, sal y bolsas se obtuvieron de proveedores y distribuidores de la zona. Para el caso de la luz y el gas, si bien el gasto lo asumirá la Facultad siendo difícil adjudicarlo a esta actividad, se estimó el consumo en base al que realizan productores de la zona que también elaboran mozzarella.

Por otra parte, para llevar adelante el proceso se requiere de personal que lo haga. Para calcular la incidencia de la mano de obra se tomó como base un salario de \$ 600,00 por mes, que es lo que recibe un cargo otorgado por la Facultad para hacer frente a todas las tareas

necesarias, imputándose en el costo la ponderación real de la mano de obra deducida por experiencia propia, en cuanto al tiempo que insume la tarea, en un 60,00 %.

Cabe aclarar que al realizar el cálculo de los costos para realizar la actividad, no se consideraron las amortizaciones de las instalaciones y equipos utilizados adjudicándose las como un costo oculto asumido por la Facultad.

Costos	\$ / día	\$ / mes
Leche	45,00	1350,00
Cloruro de calcio	0,13	3,96
Cuajo	2,20	66,00
Fermento	2,64	72,00
Gas	2,75	82,50
Luz	1,54	46,20
Bolsas	1,10	33,00
Sal	0,55	16,50
Mano de obra	12,00	360,00
Flete	1,67	50,10
Total	67,91	2.080,26

Tabla 12: Total de costos con un valor de \$ 0,45 por litro de leche

Costos	\$ / día	\$ / mes
Leche	43,00	1.290,00
Cloruro de calcio	0,13	3,96
Cuajo	2,20	66,00
Fermento	2,64	79,20
Gas	2,75	82,50
Luz	1,54	46,20
Bolsas	1,10	33,00
Sal	0,55	16,50
Mano de obra	12,00	360,00
Flete	1,67	50,10
Total	65,91	2.027,46

Tabla 13: Total de costos con un valor de \$ 0,43 por litro de leche

Costos	\$ / día	\$ / mes
Leche	44,00	1.320,00
Cloruro de calcio	0,13	3,96
Cuajo	2,20	66,00
Fermento	2,64	79,20
Gas	2,75	82,50
Luz	1,54	46,20
Bolsas	1,10	33,00
Sal	0,55	16,50
Mano de obra	12,00	360,00
flete	1,67	50,10
Total	66,91	2.057,46

Tabla 14: Total de costos con un valor de \$ 0,44 por litro de leche

Ítem	Monto en \$
A- Disminución de costos	0
B- Aumento de ingresos	27.720,00
C- Aumento de costos	24.615,12
D- Disminución de ingresos	0

Al conciliar estos resultados obtenemos:

$$A + B = 27.720,00$$

$$C + D = 24.615,12$$

$$(A+B) - (C+D) = 3.104,88$$

Tabla 15: Presupuesto parcial de mozzarella elaborada con leche pasteurizada

En la Tabla 15 figura el presupuesto parcial de mozzarella elaborada con leche pasteurizada. En ella se detallan los distintos ítems que lo integran, donde se puede observar un aumento de los ingresos de 27.720,00 \$, debido a la venta del producto mozzarella, a 7,00 \$/kg con una producción estimada en el año de 3.960,00 kg. Así como un aumento de los costos de 24.615,12 \$, que surge de la sumatoria de los costos mensuales presentes en la tabla 11, asimismo para esta última se presento en detalle los costos para los tres niveles de precios (tabla 12, 13 y 14).

Los ítems están representados por los distintos insumos que se requieren para la elaboración del producto según la técnica descrita en 4.2.2. Respecto a la disminución tanto de los costos como de los ingresos no hay diferencias en la alternativa propuesta en comparación con la entrega de toda la leche a la industria.

La suma de el punto A (disminución de costos) y B (aumento de ingresos) da un total de 27.720,00 \$, y la sumatoria de C (aumento de costos) más de D (disminución de ingresos) es de 24.615,12 \$. La diferencia de ambos términos es 3.104,88 \$.

A continuación se presenta un análisis de sensibilidad para ver como se modificarían los ingresos a partir de modificaciones o cambios en los precios de venta y en los niveles de producción, manteniéndose constante la relación técnica insumo-producto. De esta manera pueden visualizarse las diferentes situaciones que se pueden presentar, desde las más ventajosas hasta aquellas más desfavorables. Es un instrumento útil para la toma de decisiones.

Se estimó una variación de precios por debajo y por encima del promedio (7 \$/kg), en un 5, 10 y 15 %. En el caso de la producción se calculó para 3.960 kg por año, 7.920 kg (en caso de elaborar 200 litros de leche por día), y 11.880 kg (procesando 300 litros por día).

A continuación en la tabla 16 se presenta un cuadro que permite comparar los distintos escenarios posibles al cruzar las variaciones de precios con las variaciones de producción, obteniéndose los distintos ingresos, costos y beneficios correspondientes a cada situación.

Precio(\$)	Variación porcentual del precio	Ítem	Variación en el nivel de ingreso según nivel de producción(en pesos)		
			Producción en kg.		
			3.960	7.920	11.880
5,95	-15	Ingreso	23.562,00	47.124,00	70.686,00
		Costo	24.615,12	49.230,24	73.845,36
		Beneficio	- 1.053,12	- 2.106,24	- 3.951,36
6,30	-10	Ingreso	24.948,00	49.896,00	74.844,00
		Costo	24.615,12	49.230,24	73.845,36
		Beneficio	332,88	665,76	998,64
6,65	-5	Ingreso	26.334,00	52.668,00	79.002,00
		Costo	24.615,12	49.230,24	73.845,36
		Beneficio	1.718,88	3.437,76	51.56,64
7,00	0	Ingreso	27.720,00	55.440,00	83.160,00
		Costo	24.615,12	49.230,24	73.845,36
		Beneficio	3.104,88	6.209,76	9.314,64
7,35	5	Ingreso	29.106,00	58.212,00	87.318,00
		Costo	24.615,12	49.230,24	73.845,36
		Beneficio	4.490,88	8.981,76	13.472,64
7,70	10	Ingreso	30.492,00	60.984,00	91.476,00
		Costo	24.615,12	49.230,24	73.845,36
		Beneficio	5.876,88	11.753,76	17.630,64
8,05	15	Ingreso	31.878,00	63.756,00	95.634,00
		Costo	24.615,12	49.230,24	73.845,36
		Beneficio	7.262,88	14.525,76	21.788,64

Tabla 16: Análisis de sensibilidad

6. Discusión

Los resultados obtenidos, en los que el rendimiento de la mozzarella elaborada con leche pasteurizada son mayores que los realizados con leche cruda coinciden con Alais (1995), quien determinó que la elaboración llevada a cabo con leche pasteurizada, favorece el aumento del rendimiento quesero, debido a la desnaturalización de las proteínas solubles, a la mayor retención de la materia grasa en la cuajada y a la insolubilización de las sales minerales. Viotto y col, 1996 estudió que los principales factores que influyen en el rendimiento y

composición del queso son la composición de la leche original y las pérdidas de proteínas y materia grasa en suero debidas al proceso llevado a cabo.

Por su parte Miceli y col. (1996) determinaron un incremento del 2,98 % en el rendimiento en masa por la elaboración de queso Gouda mediante la utilización de mejoras tecnológicas (pasteurización) y optimización de la materia prima.

En concordancia Kosikowski (1966) partiendo de leches pasteurizadas con incorporación de cultivos lácticos, alcanzó un rendimiento medio del 11,00 % en producto final.

Hay que tener en cuenta que además del mayor rendimiento obtenido 11,00 % en comparación con 9,74 % de hacerlo con leche cruda, al aplicar la tecnología de pasteurización, se logra un producto de mayor seguridad alimentaria y con menor carga microbiológica. Además, por no ser un queso de larga maduración no se permite su elaboración con leche cruda.

Al respecto Mansur Furtado (1994), señala que es frecuente la fabricación con leche cruda, lo que impide la obtención de un producto normalizado y torna difícil la corrección de eventuales defectos ya que la temperatura de hilado no sustituye la pasteurización.

El mismo autor en 1997 destacó que la pasteurización de la leche no disminuye la calidad de la mozzarella, sino que por el contrario mejora y confiere más consistencia, recomendando adoptar el límite de 72 ° C en 15 segundos pues sino habría mayores pérdidas de grasa en hilado y problemas posteriores de extendido. Indica además que al trabajar con leche cruda se producen más complicaciones por, una acidificación más rápida, mayores pérdidas de materia grasa, problemas de sabor, menor rendimiento y durabilidad menor.

Al evaluar el aspecto económico de ésta tecnología, se obtuvo como resultado del presupuesto parcial un valor de \$ 3.104,88, lo que demuestra la ventaja de elaborar una parte de la producción de leche en mozzarella en lugar de entregar el total de la producción a la industria, asumiendo que la inmovilización de este derivado lácteo no genera costo financiero ya que es de rápida colocación en el mercado. Esto último se fundamenta en la seguridad de ubicación del producto sumado a los atributos del mismo en cuanto que no requiere tiempo de maduración y que es uno de los productos con mayor salida en nuestro mercado.

Este resultado positivo en estas condiciones de elaboración fundamentaría una evaluación de inversiones dentro del Tambo Santa Catalina ya que no sólo redundaría en un aumento de la escala de producción de mozzarella, sino que además se haría más eficiente el factor mano de obra, por un aumento en su productividad teniendo el mismo un peso importante en la estructura de costos. En este sentido el flete si bien no tiene un peso significativo en el costo si lo es en cuanto a la integración del proceso de elaboración por lo que implica en la logística. Tampoco se debe desconocer la necesidad de mirar la estructura de funcionamiento del tambo en cuanto a los niveles de productividad del mismo, lo que también abrirá el canal a posteriores investigaciones.

Asimismo se visualiza a través del análisis de sensibilidad, que sólo frente al escenario más desfavorable (una baja del 15 % en el precio de la mozzarella, 5,95 \$/kg), no se alcanza a cubrir el total de costos para elaborar 3960 kg., ya que el margen obtenido pasaría de

\$ 3.104,88 a – \$ 1.053,12, (78,80 % menos) situación poco probable en un escenario que a mediano plazo se presenta con una tendencia sostenida en los precios de los lácteos y sus derivados. No obstante hay que mencionar que el precio de indiferencia es de 6,20 \$/kg, ya que con este se cubren los costos en el corto plazo, situación que no se sostendría al mediano plazo reconsiderando la alternativa de seguir con la decisión de elaborar mozzarella.

No hay que dejar de lado que la mayor parte de los productores elaboran la mozzarella con leche cruda, obteniendo un rendimiento menor (9,74 %), siendo la incidencia de los costos menor por la composición de los mismos. En ellos se considera menor gasto en cuajo, cloruro del calcio, fermento, sal, gas, luz y bolsas. Quedando claramente favorable a la elaboración con leche pasteurizada, ya que a pesar de elaborar la misma cantidad de litros se obtiene un margen menor de 1.737,56 \$ anuales (ver anexo tabla 17 y 18).

Lo que fundamenta la razón de incorporar esta tecnología no es solamente la de obtener una mayor rentabilidad con la leche pasteurizando, sino la de ofrecer a la comunidad un alimento de calidad superior en condiciones de salubridad e inocuidad para el consumo humano acorde con las normativas vigentes.

Todo lo presentado justifica en parte la apropiación de esta tecnología a través de su difusión hacia el sector productivo que está decidido a integrarse en parte de la cadena agregando no sólo valor a la misma sino beneficiando el consumo de este tipo de alimento. Si bien no se debe descuidar el objetivo de este trabajo que se enmarca dentro de una prueba experimental, se debe aclarar que para realizar las elaboraciones en el propio tambo corresponderá evaluar la factibilidad de realizar la inversión necesaria para confirmar si el resultado de la misma justifica seguir avanzando en la cadena.

7. Conclusiones

La conclusión del presente trabajo es que el rendimiento de la mozzarella está relacionado con el procedimiento de elaboración llevado a cabo.

La mozzarella producida con previa pasteurización de la leche incrementa el rendimiento final de la misma a un 11,00 % versus leche cruda 9,74 %.

La elaboración de una parte de la producción es una estrategia adecuada que permite aumentar los ingresos del productor al entregar un producto de mayor valor agregado diversificando riesgos.

8. Anexo

Partido	Cantidad de tambos	Tambo - fábrica	Fábricas de masa
Adolfo Alsina	26		
Alberti	4		
Ameghino	27		2
Arrecife/Bartolome Mitre	1	1	
Ayacucho	7		
Azul	13	1	
Bahía Blanca			1
Balcarce	15	1	1
Baradero	3		1
Benito Juárez	12		
Berisso	1		
Bolívar	25	10	5
Bragado	10		
Brandsen	27	7	2
Cañuelas	6	6	2
Capitán Sarmiento	4		
Carlos Casares	35	4	3
Carlos Tejedor	48	12	3
Carmen de Areco	12		
Castelli	24		1
Chacabuco	24	1	
Carmen de Areco			1
Chascomús	33	3	1
Chivilcoy	27	2	5
Coronel Pringles	11		
Coronel Suárez	13		
Daireaux	7	4	
Dolores	1		
Esteban Echeverría	1	1	
Exaltación de la Cruz	9		1
Florencio Varela	2	2	
General Alvarado	3		
General Alvear	1		
General Arenales	3		
General Belgrano	11	1	1
General Lamadrid	3	1	
General Las Heras	4	4	1
General Paz	21	10	2
General Pinto	77		2
General Pueyrredon	11		1

Partido	Cantidad de tambos	Tambo - fábrica	Fábricas de masa
General Rodríguez	8		
General Viamonte	9	2	
General Villegas	134	2	3
González Chávez	2		
Guamini	35		1
H. Irigoyen	13	5	1
Hurlingham	1		
Juárez	2	2	
Junin	12		
La Matanza	1		1
Las Flores			2
La Plata	12	1	1
Laprida	1	1	
L. N. Alem	73		1
Lincoln	91	8	16
Loberia	17		
Lobos	40	9	3
Lomas de Zamora	1		
Luján	12		1
Magdalena	39	2	
Marcos Paz	6	3	
Mar Chiquita	1		
Mercedes	13		2
Monte	21	6	
Navarro	119	18	8
Necochea	1		
Nueve de Julio	50	13	5
Olavarria	20	6	3
Pehuajo	34	18	9
Pellegrini	18		
Pergamino	6	8	
Pila	3		
Pilar	3		
Puan	8		
Punta Indio	2		
Ramallo	1		
Rauch	7	3	1
Rivadavia	38	1	
Rojas	5		
Roque Perez	1		
Saavedra	10		
Saladillo	3		
Salliquelo	24		1
Punta Indio	2		

Partido	Cantidad de tambos	Tambo - fábrica	Fábricas de masa
Ramallo	1		
Rauch	7	3	1
Rivadavia	38	1	
Rojas	5		
Roque Perez	1		
Saavedra	10		
Saladillo	3		
Salliquelo	24		1
Salto	2		
San Andrés de Giles	14	1	
San Antonio de Areco	1		
San Cayetano	1		
San Nicolás	2	2	
San Pedro	1		
San Vicente	17	17	6
Suipacha	25	3	1
Tandil	85	3	3
Tapalque	2	2	
Tornquist	5		
Trenque Lauquen	173	6	2
Tres Arroyos	3		
Tres Lomas	19		
25 de Mayo	15		1
Villarino	1		
Zarate	1		
Total	1826	213	108

Cuadro 6: Cantidad de tambos, tambos – fábrica y fábricas de masa registrados a enero 2004:

Costos (\$)	9,74 kg/día	292,20 kg/mes	3506,40 kg/año
Leche	44,00	1.320,00	15.840,00
Cloruro de calcio	0,09	2,63	27,94
Cuajo	1,95	58,44	620,95
Fermento	0	72,00	0,00
Gas	1,56	46,75	496,76
Luz	1,36	40,91	434,67
Bolsas	0,97	29,22	310,48
Sal	0,49	14,61	155,24
Mano de obra	12,00	318,76	4.320,00
Flete	1,67	44,36	601,20
Total	62,42	1.947,68	22.807,24

Tabla 17: Resultados económicos de elaborar mozzarella con leche cruda con un rendimiento de 9,74 %

	Mensual		Anual	
	T 1	T 2	T 1	T 2
Costo (\$)	1.947,68	2.027,70	22.807,24	24.332,40
Ingreso (\$)	2.045,40	2.310,00	24.544,80	27.720,00
Margen (\$)	97,72	282,30	1.737,56	3.387,60

Tabla 18: Comparación de margen bruto entre la elaboración de mozzarella con leche cruda (T1), y con leche pasteurizada (T2).

9. Bibliografía

Addeo, F. La Mozzarella un Queso Tradicional en Evolución. Anales Congreso Internacional de Tecnología en Producción de Quesos (FEPALE) Bs. As. 1996, Pág. 251 / 271.

Alais, Ch.. 1985. Ciencia de la leche. Editorial Reverte, SA.

Citil, INTI. 2000. Curso de Tecnología quesera.

Código Alimentario Argentino. 1996. Texto ordenado y coordinación: Ing. Agr. De La Canal.

Emaldi, G.. 1977. Quesos de pasta hilada. Actas del Seminario Internacional de Ciencia y Tecnología del Queso. Paraná. Entre Ríos.

Guerra, G. Manual de Administración de Empresas Agropecuarias. IICA, 1992. Apunte de Administración.

Gutman, G., Guiguet, E., Rebolini, J., 2003. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Los ciclos en el complejo lácteo argentino. Análisis de políticas lecheras en países seleccionados.

Kosikowski, F.. 1966. Cheese and Fermented Milk Foods. Edwards Brothers Inc. Ann Arbor, MI.

Loguercio Cruzat, M. 1992. Cultivos Lacticos Thermoflos en la producción de quesos.

Mansur Furtado, M.. 1994 Tecnología de Queijos. Sao Paulo. Dipemar.

Mansur Furtado, M. (1997), Mussarella: uma abordagem pratico- teorica. Leite & derivados N ° 33 pp 42-49.

Miceli, E., Castagnasso, H., Acuña, C. 1996. Proceso de Gestión La Vieja Fábrica. Informe de actuación. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la U.N.L.P. Trabajo no publicado.

Ministerio de Asuntos Agrarios de la prov. de Bs. As. Departamento de estadística. Publicación interna 2005.

Montgomery, D.. 1993. Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamericana.

Schaller, A., Guardini, E., Labriola E.. 2004. Informe Estadístico de leche y Productos Lácteos. SAGPyA. Ministerio de Economía

Scott, R. 1991. Fabricación de queso. Editorial Acribia.

Serrano, P., Miceli, E., Castagnasso, H. y Acuña, C. 1996. Efecto de la mastitis sobre el rendimiento en masa para mozzarella. Actas del Congreso Nacional de Calidad de Leche y Mastitis. Río Cuarto. Córdoba.

Sokal y Rohlf. 1980. Introducción a la Bioestadística. Editorial Reverté S.A

Spreer, E.. 1991. Lactología Industrial. Editorial Acribia.

Taverna y Coulon. 2000. Estación Experimental Rafaela, INTA. La calidad de la leche y de los quesos. Documento técnico orientado a profesionales que trabajan en el sector lácteo.

Viotto, W., Yun, J., Barbano, D., Kindstedt, P. 1996. Efeito da velocidade de filagen e tempo de residencia na filadora sobre rendimento, composicao, proteolise e propriedades funcionais do queijo mussarela. Anais do XIV Congresso Nacional de Laticínios. I Encuentro Lácteo del Cono Sur.