

**Evaluación de factores que afectan el
rendimiento del queso Crema y Zamorella en
la Planta de Lácteos de la EAP**

Heidi Michell Molina Reyes

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Octubre, 2014

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación de factores que afectan el rendimiento del queso Crema y Zamorella en la Planta de Lácteos de la EAP

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Heidi Michell Molina Reyes

Zamorano, Honduras

Octubre, 2014

Evaluación de factores que afectan el rendimiento del queso Crema y Zamorella en la Planta de Lácteos de la EAP

Presentado por:

Heidi Michell Molina Reyes

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria
Alimentaria

Mayra Márquez, Ph.D.
Asesora

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Raúl Espinal, Ph.D.
Asesor

Evaluación de factores que afectan el rendimiento del queso Crema y Zamorella en la Planta de Lácteos de la EAP

Heidi Michell Molina Reyes

Resumen: El porcentaje de rendimiento, recuperación de grasa y caseína son índices que indican la eficiencia del procesamiento quesero. Actualmente en la planta de Lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano el rendimiento del queso Zamorella es de 10.62% y del queso Crema es de 10.08%, ambos rendimientos están abajo del 11-11.5% esperado. El objetivo de este estudio fue evaluar algunos parámetros que pudieron estar afectando el rendimiento real, el cual fue ajustado por el contenido de caseína y grasa de la leche, así como por la humedad del queso. Se realizaron pruebas preliminares donde se determinó la variabilidad del rendimiento. Se utilizó un BCA se tomaron tres muestras completamente al azar de leche, cuajada, queso y suero por cada queso y se realizaron tres repeticiones. Las características físico-químicas y microbiológicas evaluadas fueron: pH, ATECAL, psicótrofos, textura, grasa, humedad, proteína y parámetros de los procesamientos. Como resultado se obtuvo que el queso Zamorella tiene una recuperación de 77.18% de grasa y de 73.96% de caseína; para el queso Crema es de 77.98 % de grasa y 78.19% de caseína, lo que repercute en las deficiencias del rendimiento, por consecuente pérdidas económicas de \$ 0.11 por cada Kg de queso Zamorella y \$ 0.51 por Kg de queso Crema producido. Se recomienda regular la estandarización de la grasa de la leche para quesos.

Palabras clave: Caseína, estandarización, grasa, humedad

Abstract: The percentages of the recovery of fat, casein and cheese yield are indicators of cheese processing efficiency. Currently in Zamorano's Dairy Plant the cheese yield is 10.62% for Zamorella and 10.08% cream cheese, both yields are below the 11-11.5% expected. The purpose of this study was to evaluate some parameters that could be affecting the real yield, which was adjusted with the content of casein and milk fat and the cheese moisture. Preliminary trials determined the yield variability because of the errors on milk standardization. A BCA design was used and three sampled completely random of curd, cheese and cheese whey where taken and evaluating three repetitions. The physico-chemical and microbiological characteristics evaluated were: pH, ATECAL, psychrotrophs, texture, fat, moisture, protein and processing parameters. The obtained results showed that the Zamorella cheese has a recovery of 77.18% on fat and 73.96% for casein; for cream cheese is 77.98% and 78.19% for fat and casein, which affects the yield deficiencies, for consequent economic losses of \$ 0.11 per each kg of Zamorella cheese and \$ 0.51 per kg of cream cheese produced. Is highly recommended use a protocol for the correct milk standardization.

Keywords: Casein, fat, moisture, standardization

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos	v
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
4 CONCLUSIONES	17
5 RECOMENDACIONES	18
6 LIERATURA CITADA.....	19
7 ANEXOS.....	22

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Contenido de proteína, grasa y ATECAL en la leche pasteurizada para queso Zamorella y Crema	9
2. Contenido de proteína, grasa, pH y textura de la cuajada y queso Zamorella.	10
3. Contenido de proteína, grasa y textura de la cuajada y queso Crema.	11
4. Contenido de proteína y grasa del suero para queso Zamorella y Crema.	11
5. Contenido de proteína, grasa, humedad, minerales y textura en el queso Zamorella y Crema.	12
6. Porcentaje de recuperación de grasa en el queso Zamorella y Crema.	14
7. Porcentaje de recuperación de proteína en queso Zamorella y Crema.....	15
8. Rendimientos promedio de los quesos Zamorella y Crema.	15
9. Relación caseína: grasa en leche pasteurizada para queso Zamorella y Crema.	16

Figura	Página
1. Diagrama de proceso desde que la leche entra a la tina quesera para elaboración de queso Zamorella.....	4
2. Diagrama de proceso desde que la leche entra a la tina quesera para elaboración de queso Crema.	5
3. Porcentaje de grasa en la leche estandarizada para queso Crema.	8
4. Porcentaje de grasa en la leche estandarizada para queso Zamorella.	9

Anexo	Página
1. Correlaciones significativas entre relación caseína: grasa y factores que afectan indirectamente el rendimiento del queso Crema	22
2. Correlaciones significativas entre factores que afectan el porcentaje de grasa en el queso Crema	22
3. Correlación significativa entre factores que afectan el porcentaje de proteína en el suero del queso Crema.....	23
4. Correlaciones significativas entre relación caseína: grasa y factores que afectan la relación caseína: grasa del queso Zamorella	23
5. Correlaciones significativas entre factores que afectan el porcentaje de proteína en el queso Zamorella	23
6. Correlaciones significativas de factores que afectan el rendimiento de los quesos Zamorella y Crema	24

1. INTRODUCCIÓN

El queso Zamorella procesado en la planta de Lácteos de la EAP, es clasificado como un queso tipo Mozzarella de baja humedad, debido a que su contenido es menor al 56% y el contenido de grasa es menor a 45%, y el queso Crema es considerado un tipo Blanco ya que está dentro del rango de 10 a 25% de grasa (Codex 2010).

Conocer los valores de grasa, proteína y humedad del queso puede ayudar a establecer el rendimiento que permite conocer que a mayor porcentaje de sólidos recuperados, mayor es la cantidad de queso obtenido, lo que lleva a mayor ganancia económica, y considerar que pérdidas mayores al 1% en el rendimiento son significativas económicamente (Mona *et al.* 2011). A lo largo del tiempo se han propuesto una serie de ecuaciones para predecir el rendimiento del queso, pero no son estadísticamente significativas, algunas sobre estiman los valores, la más usada es la ecuación de Van Slyke, que fue diseñada para el queso Cheddar (Coggins 1991). Para este estudio en ambos quesos analizados se utilizó la ecuación 1 de Barbano ajustada por la humedad del queso (Emmons *et al.* 1990).

$$\% R = \frac{((0.85 * \%G) + (\%C - 0.1)) * 1.13}{1 - \frac{\%H}{100}} \quad [1]$$

Dónde:

%R= Porcentaje en rendimiento en queso

%G= Porcentaje de grasa en la leche

%C= Porcentaje de caseína en leche

%H= Porcentaje de humedad en el queso

Donde, 0.85 es un factor establecido para quesos commodities, que representa el porcentaje de grasa retenido en el queso, 0.1 representa el valor estimado para la pérdida de caseína en el suero, 1.13 el factor de retención de sólidos en el queso, % grasa y % caseína son tomados del contenido de la leche a procesar y % de humedad del queso final (Barbano 1996). Otros parámetros que ayudan a establecer la eficiencia son el porcentaje de proteína y grasa recuperado, es decir el porcentaje que es parte de los sólidos del queso, fue establecido de acuerdo al método descrito por (Bittante *et al.* 2013). Midiendo el contenido de caseína y grasa en los inputs del proceso, en este caso la leche contra los outputs que son el queso y suero.

Este porcentaje se estableció mediante las siguientes ecuaciones:

$$\% \text{RG} = \frac{(\text{PGL} - \text{PGS})}{\text{PGL}} * 100 \quad [2]$$

Dónde:

%RG= Porcentaje de recuperación de grasa

PGL= Porcentaje grasa en leche

PGS= Porcentaje grasa en suero

$$\% \text{RP} = \frac{(\text{PPL} - \text{PPS})}{\text{PPL}} * 100 \quad [3]$$

Dónde:

%RP= Porcentaje recuperación de proteína

PPL= Porcentaje proteína en leche

PPS= Porcentaje proteína en suero

Existen varios factores que pueden afectar el rendimiento del queso, pueden ser propios de la composición de la leche o durante el procesamiento como son el tratamiento térmico a la leche, tipo de coagulante, diseño de la tina, tipo de corte de cuajada, pH de la cuajada, contenido de minerales y contenido microbiológico. La estandarización de la relación caseína:grasa es un factor que no debe ser subestimado, ya que se supone una gran capacidad emulsificante de la proteína para retener la grasa (Valencia *et al.* 2007). La relación de caseína: grasa para estandarizar la leche está entre 0.64 y 0.72% en la mayoría de los quesos (Amenu y Deeth 2007).

En estudios se ha presentado que hay actividad proteolítica más intensa a temperaturas de almacenamiento de 7 °C que a 4 °C, por lo que se recomienda un almacenamiento menor a 7 °C por menos de 6 días antes de su procesamiento debido a la actividad proteolítica principalmente por *Pseudomonas fluorescens* (Novoa y Restrepo 2005).

Actualmente en la planta de Lácteos de la EAP el rendimiento del queso Zamorella es de 10.62% y del queso Crema es de 10.08%, ambos rendimientos están abajo del 11-11.5% esperado (Revilla 1995). Este estudio tiene como propuesta la corrección de factores que están afectando el rendimiento de los quesos, por lo tanto los objetivos propuestos son:

- Determinar los factores que influyen en los rendimientos del queso Zamorella y Crema de la planta de lácteos de la EAP.
- Evaluar los porcentajes de recuperación de caseína y grasa de los quesos Zamorella y Crema
- Determinar los rendimientos según la ecuación de Barbano, tomando en cuenta el contenido de caseína y grasa de la leche; y la humedad del queso.
- Analizar los estándares de identidad de los quesos Zamorella y Crema respecto al Codex Alimentarius.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio. El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Departamento de Agroindustria Alimentaria en la Planta Procesadora de Productos Lácteos, donde se procesó el queso y se realizó la toma de muestras, y en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), donde se hicieron los análisis químicos y físicos.

Pruebas preliminares. Durante los meses de marzo y abril se monitoreó el porcentaje de grasa en la leche estandarizada para quesos. Por cada tanda semanal de queso se tomó una muestra de 50 ml de leche estandarizada al 2 y 2.5%, y se realizó una prueba de grasa por el método Babcock.

Toma de muestras de leche, cuajada, suero y quesos Zamorella y Crema. Las muestras de leche se tomaron directamente de la tina de quesos, después de ser pasteurizada y estandarizada, las muestras de la cuajada se tomaron antes de agregarle la sal, las muestras de suero se tomaron luego de agregar el cuajo líquido y finalmente las muestras de queso fueron tomadas antes de ser empacado. Las muestras de leche, queso, cuajada y suero fueron tomadas en Junio y Julio de 2014.

Análisis para cada tipo de muestra. En cada tipo de queso Zamorella y Crema se realizaron las mismas pruebas, según el tipo de muestra: leche, cuajada, suero y queso. Según el tipo de muestra se evaluó de la siguiente manera:

- Leche: Acidez titulable expresada como ácido láctico (% ATECAL), proteína, grasa y en leche pasteurizada y estandarizada, y psicrófilos en leche cruda y leche pasteurizada.
- Cuajada: proteína, grasa, pH y textura.
- Suero: proteína y grasa.
- Queso: pH, proteína, grasa, textura, humedad y cenizas.

Las variables medidas durante el proceso de elaboración y maduración fueron:

- Tiempo de coagulación.
- Dilución de cuajo líquido.
- % HR del cuarto frío.
- Temperatura ambiente y de cuarto frío.
- Tiempo de agitación en tina quesera.
- Densidad de la leche.

Elaboración de quesos. Los quesos analizados fueron procesados como se muestra en la figura 1 y 2, en la Planta de Lácteos de Zamorano, las muestras de 454 g de queso, 454 g de cuajada, 50 ml de suero, 50 ml de leche cruda y 50 ml de leche pasteurizada fueron almacenadas por 24 horas hasta la evaluación a 4 °C.

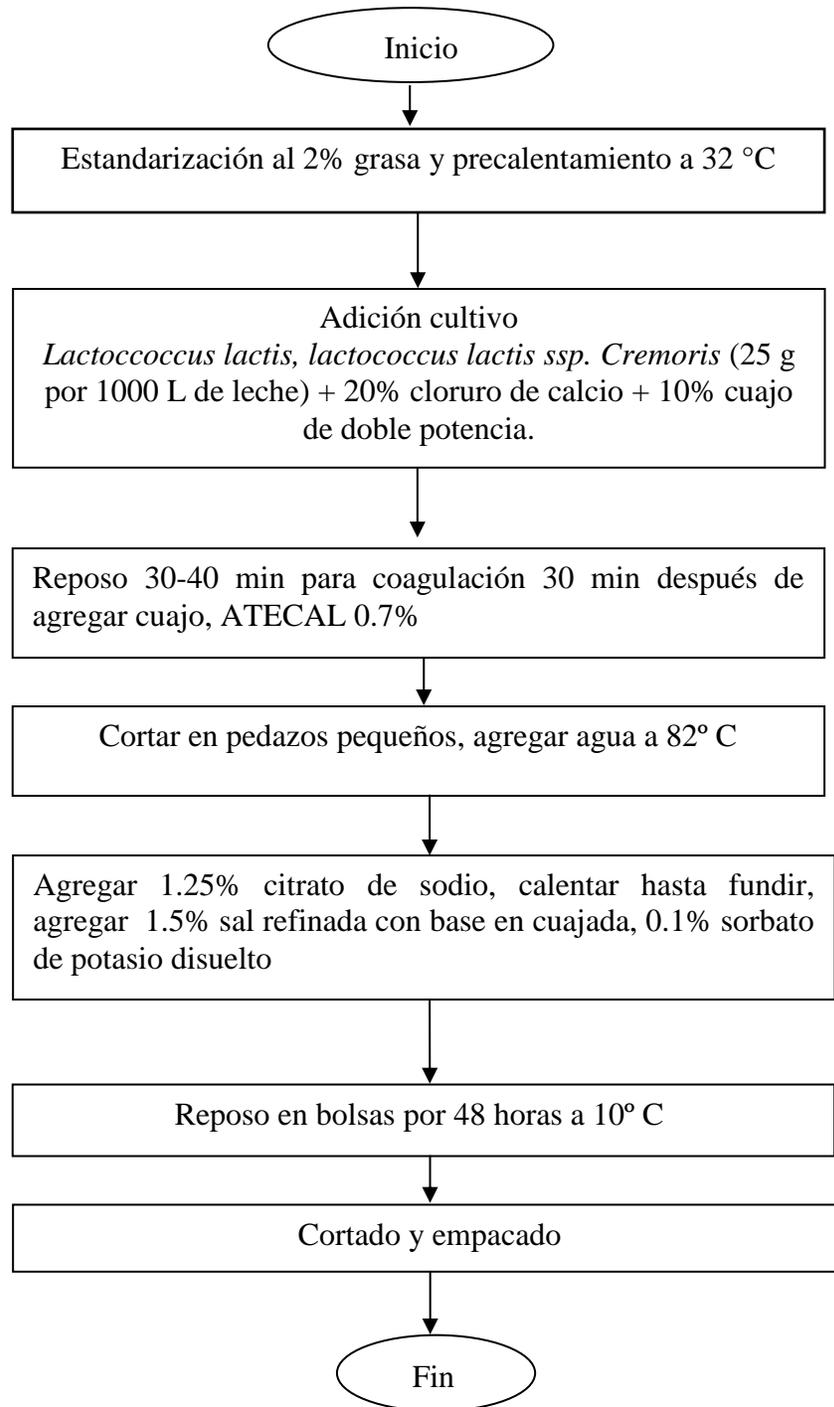


Figura 1. Diagrama de proceso desde que la leche entra a la tina quesera para elaboración de queso Zamorella.

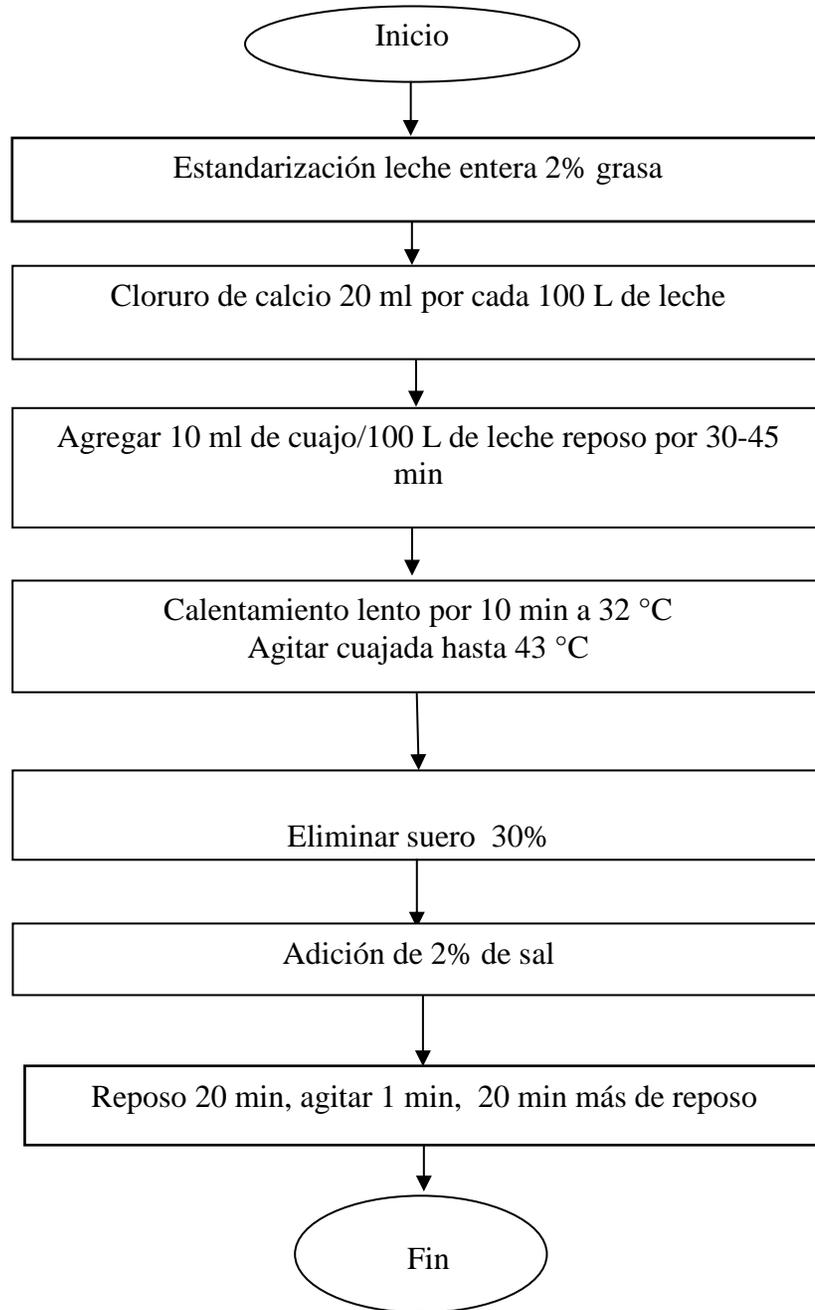


Figura 2. Diagrama de proceso desde que la leche entra a la tina quesera para elaboración de queso Crema.

Análisis Microbiológicos en la leche pasteurizada y estandarizada para quesos.

Análisis de bacterias psicótrofos y psicrófilos. Se analizaron tres muestras de leche tomada de los tanques de almacenamiento a 4 °C y una luego de pasteurizarse en la tina de quesos a 70 °C para cada una de las tres repeticiones, para queso Zamorella y queso Crema respectivamente. Se utilizó medio PCA (Agar cuenta estándar) como medio de cultivo. Para preparar el diluyente de peptona, se utilizó 23.5 g en 1 L de agua destilada, se llevó a la autoclave por 15 minutos a una temperatura de 121 °C, se preparó 3 tubos de ensayo con 9 ml de agua peptonada más 1 ml de cada muestra de leche, obteniendo diluciones de 10^1 , 10^2 y 10^3 .

Las siembras fueron por duplicado, se utilizó la técnica de vertido, un ml tomado directamente de la muestra de leche represento la concentración 10^0 , para leche cruda y pasteurizada respectivamente, se colocó 1 ml de cada dilución, en un plato Petri descartable, al cual se le agregaron 15 ml de medio PCA atemperado a 45 °C, se agitó de manera uniforme cada plato. Luego solidificado el agar, se invirtieron los platos, y fueron incubados en el cuarto frío número 5 de la planta de Lácteos a una temperatura de 7 ± 1 °C durante 12 días (Favale *et al.* 1994).

Análisis Físico-Químicos de leche, suero, cuajada, quesos Zamorella y Crema.

Medición de acidez titulable expresado como ácido láctico (ATECAL). La prueba fue realizada en la planta de Lácteos, con el método AOAC 920.124. Para esto fueron tomados 9 ml de leche pasteurizada y estandarizada de la muestra tomada de la tina de quesos, en un vaso de precipitado a la muestra se le agregaron 3 gotas de solución indicadora fenolftaleína luego de agitarlo fue realizada la titulación con solución de hidróxido de sodio (NaOH) a una concentración de 0.1 N, en continua agitación, se encontró el punto donde la leche cambió de color a un rosado pálido, este análisis se realizó por duplicado de cada muestra, expresando el resultado como porcentaje de ATECAL.

Medición de pH. El pH fue medido en el LAAZ, a las muestras de cada repetición tanto queso muestreado al momento de empacado y la cuajada antes del salado.

Medición de Proteína. Se midió el contenido de proteína cruda, con el método oficial AOAC 2001.11, se utilizó un método directo Kjeldahl (titulación) con un factor de conversión de 6.38 para productos lácteos convirtiendo de nitrógeno a proteína cruda.

Medición de minerales totales (cenizas). Se midió los minerales de las muestras de los quesos Zamorella y Crema con el método oficial AOAC 923.03 por incineración en seco con el iincinerador Sybron a 550 °C.

Medición de humedad. La humedad de los quesos Zamorella y Crema se midió en Horno de aire forzado a 105 °C Fisher Scientific, se utilizó el método oficial AOAC 952.08.

Medición de textura. Con las muestras de cuajadas y quesos Zamorella y Crema se midió la fuerza de corte con el medidor Brookfield CT3 4500, se usó una muestra de queso y cuajada de cada repetición, la forma usada fue de un bloque con dimensiones de 2x1x1 cm, con una carga de activación de 0.044 N, velocidad de 5 mm/s, guillotina de corte TA 7, la mesa base estándar TA-BT-KIT. Se obtuvo tres mediciones por cada repetición.

Cálculo del contenido de caseína en base a proteína cruda y relación caseína: grasa. Para conocer el contenido de caseína, no se utilizó ningún método directo, se calculó en base a que la fracción de caseína en porcentaje representa casi el 80% de la proteína total de la leche, siendo la manipulación de la dieta del ganado una variable importante para variar esta proporción (Thomas 1980).

Diseño experimental. Se realizaron pruebas preliminares donde se determinó la variabilidad del rendimiento. Se utilizó un BCA se tomaron tres muestras completamente al azar de leche, cuajada, queso y suero por cada queso y se realizaron tres repeticiones, se tomaron tres muestras por cada una. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con medias ajustadas utilizando el modelo lineal general (GLM), y separación de medias Duncan, en el Sistema de Análisis Estadístico (SAS) versión 9.4 con una significancia de $P < 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de pruebas preliminares. En la figura 3 y 4 se puede apreciar la variación del porcentaje de grasa deseado y el obtenido durante la estandarización de la leche en la tina quesera. Los valores se sobrepasan o son inferiores al valor objetivo. La calidad de la leche incluye el recuento del recuento de células somáticas, debido al incremento de la actividad de plásmidos, conteos mayores a 500,000 células por ml de leche reducen significativamente el rendimiento (Auld *et al.* 1996). Barbano *et al.* (1996) sugirió que el límite para conteos de células somáticas debe de ser 100,000 por ml de leche. Skeie (2007), reportó que el recuento debe disminuirse debido a que las proteasas atacan α y β caseína.

Es recomendable que procesador de queso pague por calidad no por volumen, existe una competencia en la plantas procesadoras sobre el volumen de leche procesado, por lo que asegura una demanda sobre el productor sin garantizar ciertas características que afectan el rendimiento (Quaife 2001).

En cuanto al contenido microbiológico el número de psicrótrofos aumenta, luego que se prolonga la refrigeración a días, luego del procesamiento, causando alteraciones debido a su actividad proteolítica y lipolítica (Roman *et al.* 2003). Entre las psicrótrofas deterioradoras están las *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, y *Enterobacteriaceae.*, las enzimas no se destruyen con la pasterización y siguen actuando en subproductos, como el plásmido, resistiendo tratamiento UHT y HTST, las *Pseudomonas* se inactivan a 121 °C (Heer 2007).

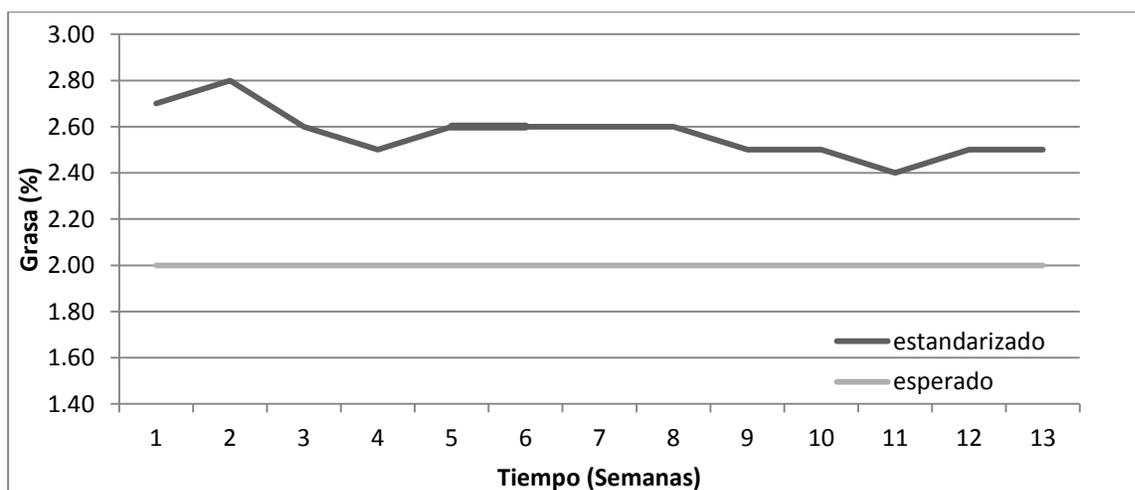


Figura 3. Porcentaje de grasa en la leche estandarizada para queso Crema.

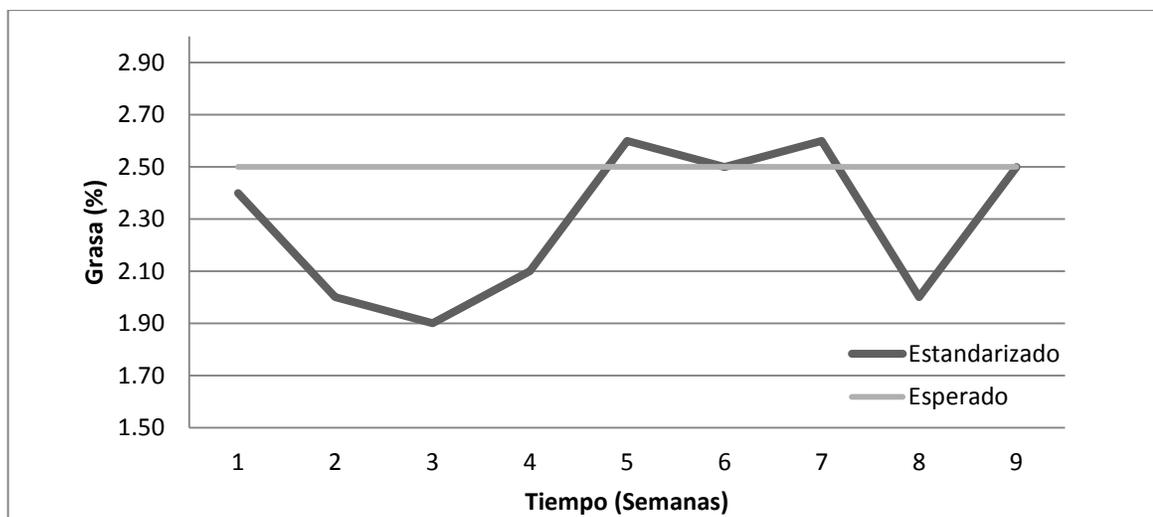


Figura 4. Porcentaje de grasa en la leche estandarizada para queso Zamorella.

Análisis de composición de la leche pasteurizada para los quesos Zamorella y Crema. La calidad sanitaria, y calidad de composición de la leche es consecuente con el rendimiento quesero, en América Latina el contenido en leche de grasa promedio es de 3.4% y para proteína 2.1% dependiendo de la raza, genética, estado de lactancia, alimentación, manejo, salud del ganado y estacionalidad climática del área (Cunningham 2000). El contenido de grasa promedio en la leche pasteurizada muestra variación debido a que no se hacen pruebas de grasa para verificar la correcta estandarización de la leche, además para establecer el porcentaje de grasa a estandarizar es necesario hacer pruebas de proteína cruda en la leche luego de ser recibida, ya que hay una correlación entre el contenido de caseína y grasa de la leche destinada para el queso y el rendimiento. Las proteínas coagulables retenidas por la acción del cuajo y la acidez, son las que retienen en su mayoría la humedad (Cunningham 2000).

Cuadro 1. Contenido de proteína, grasa y ATECAL en la leche pasteurizada para queso Zamorella y Crema.

Tipo de queso	Proteína (%) Media ± D.E.	Referencia (%)	Grasa (%) Media ± D.E.	Referencia (%)	ATECAL (%) Media ± D.E.	Referencia (%)
Zamorella	2.85 ± 0.15 ^a	3.4	2.90 ± 0.11 ^a	2.5	0.16 ± 0.004 ^a	<0.18
Crema	2.95 ± 0.18 ^a	3.4	2.55 ± 0.43 ^a	2	0.15 ± 0.006 ^a	<0.18
CV (%)	5.38		10.54		1.81	

CV: Coeficiente de variación.

a-b: Diferentes letras en las columnas indican diferencia significativa con P<0.05

D.E. desviación estándar.

*Referencia Cunningham 2000

Análisis de composición de la cuajada y queso Zamorella. Respecto al valor de pH en la cuajada que asegura una buena plastificación es de 5.6 a 5.8, este valor también ha mostrado mayor capacidad de retención de agua. En cuanto al pH del queso Zamorella el pH es relativamente parecido con un valor de 5.5, en el cual se espera que tenga sus atributos para calificarse como tipo Mozzarella (Fox *et al.* 2000).

Cuadro 2. Contenido de proteína, grasa, pH y textura de la cuajada y queso Zamorella.

Tipo de muestra	Proteína (%) Media ± D.E.	Grasa (%) Media ± D.E.	pH (%) Media ± D.E.	Textura (N) Media ± D.E.
Queso	23.15 ± 0.70 a	20.83 ± 1.60 b	5.40 ± 0.20 a	4.50 ± 0.53 a
Cuajada	23.07 ± 1.28 ^a	23.67 ± 1.86 a	5.19 ± 0.13 b	3.71 ± 0.35 b
CV (%)	4.61	3.78	2.53	11.70

CV: Coeficiente de variación.

a-b: Diferentes letras en las columnas indican diferencia significativa con $P < 0.05$

a-a: Letras iguales indican que no hay diferencia significativa $P > 0.05$

D.E. desviación estándar.

Análisis de composición de la cuajada y queso Crema. Se estima que el tiempo de coagulación influye cerca de un 74% en la variación de la textura, el manejo de la cuajada influye directamente en la pérdida de proteína y grasa en la tina, como regla general se debe dar el manejo más gentil posible, en particular para quesos con alta humedad, salar la cuajada arriba de una temperatura de 32 °C o el prensando mientras se encuentre tibia la cuajada induce a una mayor pérdida de grasa (Gawad y Ahmed 2011).

En la planta la temperatura de salado llega a ser de 53-55 °C para el queso Zamorella y para el queso Crema la temperatura es de 42 °C, lo que indica que hay una pérdida significativa de proteína y grasa de acuerdo a la literatura al manejar unas temperaturas más elevadas a lo recomendado.

Cuadro 3. Contenido de proteína, grasa y textura de la cuajada y queso Crema.

Tipo de muestra	Proteína (%) Media ± D.E.	Grasa (%) Media ± D.E.	Textura (N) Media ± D.E.
Queso	19.89 ± 0.35 ^a	24.17 ± 0.98 ^a	3.41 ± 0.42 ^a
Cuajada	13.38 ± 1.72 ^b	16.00 ± 0.89 ^b	1.62 ± 0.32 ^b
CV (%)	6.07	5.18	10.28

CV: Coeficiente de variación.

a-b: Diferentes letras en las columnas indican diferencia significativa con P<0.05.

D.E. desviación estándar.

Análisis de composición del lactosuero de los quesos Zamorella y Crema. Para cada componente evaluado, tanto grasa como proteína, existió una diferencia de medias (P≤0.05), el contenido estándar para el suero, es de proteínas 0.9% y de 0.3% de grasa. Todos los componentes de la leche que no son retenidos en el queso, pasan directamente al suero, se estima que el valor monetario del lactosuero es dependiendo de su composición cerca del 25% del que tiene la leche (Cunningham 2000).

La κ-Caseína es la única caseína hidrolizada durante la coagulación, produciendo para- κ-caseína (κ-caseína fragmento 1-105, κ-CN fl-105) y macropéptidos (también llamados glicomacropéptidos ó caseinomacropéptidos, representan del 4 a 5% y la κ-caseína representa el 30% del total de la caseína) estos se difunden en la fase acuosa la cual es perdida, mientras que la κ-caseína queda adjunta al núcleo de la micela (Fox *et al.* 2000).

El contenido de grasa según estudios no influye de forma significativa en la cantidad de proteína del suero, incrementar contenido de grasa hasta 3.33% incrementa la proporción de grasa perdida en el suero (Lawrence *et al.* 1991).

Cuadro 4. Contenido de proteína y grasa del suero para queso Zamorella y Crema.

Tipo de suero	Proteína (%) Media ± D.E.	*Referencia	Grasa (%) Media ± D.E.	*Referencia
Zamorella	0.70 ± 0.06 ^a	0.8	0.66 ± 0.15 ^a	0.3
Crema	0.64 ± 0.08 ^a	0.8	0.55 ± 0.11 ^b	0.3
CV (%)	10.07		7.76	

CV: Coeficiente de variación.

a-b: Diferentes letras en las columnas indican diferencia significativa con P<0.05.

D.E. desviación estándar.

*Cunningham 2000

Análisis de características de los quesos Zamorella y Crema. El contenido de sólidos es mayor en el queso Zamorella, aunque en porcentaje de recuperación de sólidos es más alto en el queso Crema con una probabilidad ($P \leq 0.05$), en tanto a la humedad y textura no hubo diferencia significativa entre los quesos, sin embargo debe analizarse su contenido respecto a los estándares de identidad.

La humedad del queso Zamorella es considerada clasificación baja ya que tiene un promedio de 51.11% acorde al Código Federal de Regulaciones (2006), establece que el límite para ser considerado un queso tipo Mozzarella con humedad baja es contener mínimo de 45% de humedad y un máximo de 52% de humedad en el queso.

Para ambos quesos el contenido de humedad tiene una alta correlación con la humedad relativa del cuarto de frío, está actualmente tiene en promedio 90-95%. La humedad relativa del cuarto de maduración-almacenamiento es recomendable mantenerse de 80-85%, ya que por la correlación directa proporcional a la humedad final del queso existe una migración de humedad hacia el queso por contenido de sal del mismo, alta humedad puede llevar a crecimiento de hongos y microorganismos, más una textura no adecuada, por el contrario baja humedad puede causar evaporación en la superficie (Fox *et al.* 2000).

En el queso Crema, considerado en la literatura un queso fresco altamente producido en Latinoamérica, tiene los valores esperados de humedad son entre un 46-57%, para proteína 22-25% y para grasa 15-20% (Fox *et al.* 2000). El bajo porcentaje de contenido de proteína reportado tiene correlación directa con el contenido inicial de proteína en la leche entrante y en el procesamiento con el tiempo de agitación en la tina. El rango de tiempo fue de 20 a 33 minutos, según True (1973) pruebas en planta piloto, revelaron un tiempo adecuado de 45 minutos de coagulación, que corresponderá a una cuajada firme con fácil separación de lactosuero.

Cuadro 5. Contenido de proteína, grasa, humedad, minerales y textura en el queso Zamorella y Crema.

Tipo de queso	Proteína (%) Media ± D.E.	Grasa (%) Media ± D.E.	Humedad (%) Media ± D.E.	Minerales (%) Media ± D.E.	Textura Media (N) ± D.E.
Zamorella	23.36 ± 0.66 ^a	20.83 ± 1.60 ^b	50.77 ± 1.86 ^a	3.95 ± 0.37 ^a	4.50 ± 0.53 ^a
Crema	19.89 ± 0.35 ^b	24.17 ± 0.98 ^a	51.12 ± 3.25 ^a	2.76 ± 1.32 ^b	3.28 ± 0.61 ^b
CV (%)	2.00	3.01	2.37	20.72	10.70

CV: Coeficiente de variación.

a-b: Diferentes letras en las columnas indican diferencia significativa con $P < 0.05$.

D.E. desviación estándar.

Análisis de costos. El valor estimado para el lactosuero se tiene cerca de \$ 0.06/L, según su composición, representado cerca del 25% del valor de la leche que entro a producción. (Cunningham 2000). Por lo que de los cerca 10,800 L. que se invierten a diario en leche para producción de queso aproximadamente se pierde 2,500 L. Está pérdida podría dejar de ser significativa debido a los costos implicados en el procesamiento del lactosuero.

Análisis microbiológicos. El recuento de Psicótrofos fue en la leche cruda MNPC (Muy Numeroso para Contar), en dilución 10^0 y para la leche después de ser pasteurizada y tomada de la tina de quesos, fue menor a $<1 \log$ UFC/ml que acorde estudios revelaron el efecto de estas bacterias, *pseudomonas pseudoalcaligenes* y *fluorescens*, donde se detectó proteólisis y lipólisis con un conteo de 5×10^6 (Reinheime *et al.* 1989). Considerando el bajo conteo por los efectos de la pasteurización y por el almacén de la leche a 4°C por un lapso de tiempo menor a 24 horas antes del procesamiento.

Análisis de recuperación grasa en el queso Zamorella y Crema. En el cuadro 6 se observa la separación de medias para cada tipo de queso respecto al porcentaje de recuperación de grasa y proteína del proceso. La recuperación de grasa y proteína dependen de la variedad de queso, siendo muy dependiente del proceso de manufactura. Generalmente las pérdidas se van en el suero, debido a una falta de control en el proceso de coagulación, salado, formado y prensado de la cuajada y el queso (Fox 2000).

Se puede observar que los niveles de recuperación de grasa en los quesos están bajo lo esperado que según estudios es de 83.2 hasta 84.2% para el queso Zamorella (Jaeggi *et al.* 2005), un bajo porcentaje de recuperación de grasa comparado con caseína, es debido a que la grasa contribuye por su propio peso al rendimiento del queso, mientras que la caseína contribuye su peso más su asociación con la humedad, sal y minerales (Lawrence 1991).

El exceso de agitación y/o bombeo de la leche a la tina quesera, acelera la oxidación de la grasa de la leche (Cunningham 2000), esta se pasa directamente al lactosuero, afectando así el porcentaje de recuperación de grasa en el queso del cuadro 6, por lo que minimizar la agitación mecánica, ajustando el tiempo de agitación y mejorando el manejo de la leche que es llevada desde el establo a la planta procesadora, puede aumentar el porcentaje de grasa recuperado.

En el caso del queso Zamorella para la fundición de la cuajada el agua utilizada que varía según la peso de cuajada a fundir (50 litros por cada 100 Kg de cuajada en el caso de la planta), debe ser adicionada lentamente por las paredes de la tina, debe ser agua de buena calidad y libre de partículas extrañas.

Cuadro 6. Porcentaje de recuperación de grasa en el queso Zamorella y Crema.

Queso	Media±D.E. (%)	*Referencia (%)
Crema	77.98 ± 6.75 ^a	83-84
Zamorella	77.18 ± 4.81 ^a	83-84
CV (%)	3.85	

CV: Coeficiente de variación.

a-a Medias con la misma letra son significativamente iguales (P>0.05)

D.E. desviación estándar.

*Jaeggi et al. 2005

Análisis de recuperación caseína en el queso Zamorella y Crema. En el cuadro 7 se observa la separación de medias del porcentaje de caseína recuperado de la leche. Las medias fueron estadísticamente iguales, pero ninguno de los quesos cumple con el porcentaje esperado, se espera recuperar cerca del 89 al 93% según el tipo de queso (Bittante 2013).

El tratamiento térmico ó pasteurización puede influir en la cantidad de proteína recuperada, aproximadamente el 5% del total de la proteína es desnaturalizada por un tratamiento de 72 °C por 15 segundos (McSweeney 2007). En la planta se maneja un promedio de temperatura máxima de 85 °C por 15 segundos, debido a que el sistema de producción trabaja primero pasteurizando la leche que se comercializa fluida, luego de completar el pedido diario se destina el resto de leche a producción de quesos, es recomendable pasteurizar a menor temperatura para minimizar la desnaturalización de proteínas que conducen a un menor contenido de sólidos totales en la leche para procesar quesos.

El porcentaje de recuperación de grasa esperada varía de 83.2 a 84.2% (Jaeggi *et al.* 2005), y recuperado de caseína que es 89-93%, considerada la proteína más importante, representa casi el 80% del total de proteína de la leche. Para modificar su contenido al igual que la grasa, se puede manipular la genética del ganado o su dieta. Sin embargo estos cambios solo afectan proteína y grasa, no se reportan respuestas predecibles para concentración de lactosa, minerales y otros solidos (Amenu *et al.* 2007).

Cuadro 7. Porcentaje de recuperación de proteína en queso Zamorella y Crema.

Queso	Media±D.E. (%)	*Referencia (%)
Crema	78.29 ± 2.29 ^a	89-93
Zamorella	73.96 ± 6.08 ^a	89-93
CV (%)	5.81	

CV: Coeficiente de variación.

a-a Medias con la misma letra son significativamente iguales (P>0.05)

D.E. desviación estándar.

*Bittante 2013.

Análisis de rendimientos de queso Zamorella y Crema.

Guinee *et al.* (2001) reportó que la caseína de la leche está altamente relacionada con el rendimiento del queso, concluyendo que en promedio, una reducción de 0.1 en la recuperación de proteína disminuye el potencial del rendimiento por 0.5kg/100 Kg de leche.

Estudios han encontrado que medir los efectos por separados de la grasa y proteína de la leche sobre el rendimiento del queso es afectado por cambios en la etapa de lactación, época del año, conteo de células somáticas y la dieta (Guinee *et al.* 1996). Por lo que se sugiere considerar un estudio para evaluar la calidad de la leche por medio de trazabilidad de la misma, ya que esta no sólo ingresa del establo de la unidad de ganado lechero si no de 6 a 7 más productores locales, de donde no hay referencia sobre el manejo del ganado ni el ordeño.

Cuadro 8. Rendimientos promedio de los quesos Zamorella y Crema.

Queso	Rendimiento (%) ± D.E.	*Referencia (%)
Zamorella	10.62 ± 0.35 ^a	11
Crema	10.08 ± 0.50 ^a	11.5
CV (%)	3.27	

CV: Coeficiente de variación.

D.E. desviación estándar.

*Revilla 1995

Para el queso Zamorella estandarizar a una relación de caseína: grasa de 0.7, aumentando el contenido de grasa a estandarizar en la leche (Sundar y Upadhyay 1990), y para el queso Crema de 0.78, aunque estos porcentajes deben de determinarse por estudios dirigidos específicamente con el objetivo de encontrar la relación óptima de caseína: grasa ya que según la literatura esta relación varía conforme al estándar de identidad para cada variedad de queso.

Se reporta que a medida que se incrementa en 1% el contenido de grasa en la leche incrementa de 1.23-1.37% la humedad en el queso final, mientras que si se aumenta la proteína en 1% la humedad aumenta de 1.80-2.04% (Amenu y Ahmed 2007).

Cuadro 9. Relación caseína: grasa en leche pasteurizada para queso Zamorella y Crema.

Queso	Relación Caseína: grasa ± D.E.
Zamorella	0.99 ± 0.08 ^a
Crema	1.20 ± 0.30 ^a
CV (%)	18.11

CV: Coeficiente de variación.

D.E. desviación estándar.

4. CONCLUSIONES

- La planta de lácteos debe mejorar la estandarización de la leche para la elaboración de quesos Zamorella y Crema para elevar los rendimientos y normalizar la textura.
- Para el queso Zamorella y Crema, los porcentajes de recuperación de caseína y grasa no cumplen con el estándar deseado para alcanzar el óptimo rendimiento.
- Los reportes de rendimiento de queso Crema y Zamorella en planta están 1% por debajo del nivel esperado y con pérdidas económicas de \$ 0.11 por cada kilogramo de queso Zamorella y \$ 0.51 por kilogramo de queso Crema producido.
- En base a los estándares del Codex Alimentarius de identidad se clasificaron al queso Zamorella como un queso tipo Mozzarella de baja humedad y al queso crema como un tipo de queso Blanco de alta humedad.

5. RECOMENDACIONES

- Establecer un procedimiento de estandarización de la leche para quesos en la planta de lácteos de la EAP.
- Realizar un estudio sensorial, donde se estudie el efecto del cambio en la relación caseína: grasa del queso sobre la preferencia del consumidor.

6. LIERATURA CITADA

Auldist, M., S. Sutherland y J. Mayes. 1996. Effects of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and the yield and quality of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Research*, (63): 269.

Amenu, B. y H. Deeth 2007. The impact of milk composition on cheddar cheese manufacture. Deeth School of Land, Crop and Food Sciences, The University of Queensland, Australia Correspondence to: H.C. Deeth, School of Land, Crop and Food Sciences, The University of Queensland, Brisbane, Queensland 4072. *The Australian Journal of Dairy Technology*. Vol. 62 (3).

AOAC (Association Official Analytical Chemists). *Official Methods of Analysis*. 1997. 16th edn, Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. Consultado el 26 de agosto de 2014. Disponible en: <http://www.aoac.org/>

Barbano, D. 1996. Mozzarella cheese yield: Factors to consider. *Proc. Seminar on Maximizing Cheese Yield*. Ctr. for Dairy Res., Madison, WI. P. 28-38.

Bittante, G., C. Cipolat y A. Cecchinato. 2013. Genetic parameters of different measures of cheese yield and milk nutrient recovery from an individual model cheese-manufacturing process. Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and environment, University of padova, Italia, American Dairy Science Association, *J. Dairy Sci.* 96 :7966–7979

Code of Federal Regulations. 2006. Low-moisture mozzarella and scamorza cheese. Title 21, Vol. 2: 133.156.

Codex Alimentarius. 2010. Codex General Standard for Food Additives. p 71.

Coggins, J. 1991. Predicting Cheddar cheese yield in an individual plant: Van Slyke Revisited. Department of Agricultural Economics and Economics Montana State University Bozeman 59717. *Journal of Dairy Science* Vol. 74, (2). 359.

Cuninham, A. 2000. La Leche y el queso (en línea). Consultado el 8 de Agosto de 2014. Disponible en:
<http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=O51xfikk6CU%3D&tabid=585>

Emmons, D., C. Ernstrom. C. Lacroix y P. Verret. 1990. Predictive formulas for yield cheese from composition of milk. *Journal of Dairy Science* Vol. 73, (6).1366.

Favale, M., G. Umansky, H. Scarinci y A. Simonetta. 1994. Incidencia de bacterias piscrótrofas, proteolíticas y lipolíticas en la leche cruda. *Revista Argentina de Lactología*. Año VI. No. (10): 36.

Fox, P., T. Guinee, T. Cogan y P. McSweeney. 2000. *Fundamentals of Cheese Science*. p 150.

Gawad, M. y Ahmed N. 2011. Cheese yield as affected by some parameters review. Giza, Egypt. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 10(2) 2011, 131-153 ISSN 1644-0730 (print) ISSN 1889-9594 (online)

Guinee, T., O. Mulholland, J., Kelly and D. Callaghan. 2001. Effect of Protein-to-Fat ratio of milk on the composition, manufacturing and yield of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*. 90:110-123.

Guinee, T.P., O'Kennedy, B.T. and Kelly, P.M. 1996. Effect of milk protein standardization using different methods on the composition and yield of Cheddar cheese. *J. Dairy Science* 79, 468-482.

Heer, G. 2007. *Microbiología de la leche*.

Jaeggi, J., Wendorff, W., Romero, J. Berger. y Johnson M. 2005. Impact of seasonal changes in ovine milk on composition and yield of a hard-pressed cheese. *Journal of Dairy Science* 88 (4), 1358-1363.

Lawrence, R.1991. Cheese yield potential of milks. In *Factors affecting the Yield of Cheese*, International Dairy Federation, Special Issue No. 9301, p109-120.

McSweeney, P. 2007. *Cheese problems solved*. ISBN 978-1-85573-676-4. Woodhead publishing limited, Cambridge Englad. p 298.

Mona, A., A. Gawad, y N. Ahmed. 2011. Cheese yield as affected by some parameters review. *Scientiarum Polonorum*. 10(2), 1889-9594.

Novoa, C. y Restrepo L. 2005. Influencia de las bacterias Psicrótrofas en la actividad proteolítica de la leche. Tesis M.Sc., Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. p 18.

Ochoa, A., J. Hernández, E. López y H. García. 2003. Rendimiento, firmeza y aceptación sensorial de queso panela adicionado con estabilizantes.

Quaife, T. 2001. Better milk for cheese production: Why you should care. Dairy Herd Management; Jan 2001; 38, 1; ProQuest Agriculture Journals p 68.

Reinheimer, J., M. Demkow, C. Meinardi y M. Candiotti. 1989. Actividad acidificante de fermentos lácticos en leche precultivada con bacterias Psicrótrofas. Revista Argentina de Lactología. Año II. No. 2.

Revilla, A. 1995. Industria Láctea: Curso práctico. 2da Edición. Honduras. p 70.

Roman, S., L. Guerrero y L. Pacheco. 2003. Evaluación de la calidad fisicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda almacenada en frío. FCV-LUZ. Vol. XIII No. (2): 147 p.

Skeie, S. 2007. Characteristics in milk influencing the cheese yield and cheese quality. Journal of Animal and Feed Sciences 16 (1): 142.

Sundar, R. y K. Upadhyay. 1990. Effects of standardization of buffalo milk for casein/fat ratio of Mozzarella cheese composition and cheese making efficiency. International Journal Dairy Science, 43: 588-597.

Thomas, P. 1980. Influence of nutrition on the yield and content of protein in milk: dietary protein and energy supply. International Dairy Federation Bulletin, 125: 142-151.

True, L. 1973. Effects of various processing conditions on yield of whey ricotta cheese. Food production development. 72p.

Valencia, E., L. Millán, C. Restrepo y C. Jaramillo. 2007. Efecto de sustitutos de grasa en las propiedades sensoriales y texturales del queso crema. Revista Lasallista de investigación, vol .4 (1): 21.

7. ANEXOS

Anexo 1. Correlaciones significativas entre relación caseína: grasa y factores que afectan indirectamente el rendimiento del queso Crema.

	Relación caseína: grasa en queso	
	Coeficiente Correlación	Probabilidad
Grasa en queso	-0.97765	0.0007
Proteína en queso	0.91884	0.0096
HR cuarto	-0.91644	0.0102
Temperatura de Pasteurización	0.77771	0.0686
Tiempo de agitación	-0.93996	0.0053
Tiempo de coagulación	0.83169	0.0401
Cenizas en queso	-0.75364	0.0836
Proteína en suero	-0.79434	0.0591
Recuperación de proteína	0.82779	0.0419

Anexo 2. Correlaciones significativas entre relación caseína: grasa y factores que afectan la relación caseína: grasa del queso Zamorella.

	Relación caseína: grasa en queso	
	Coeficiente Correlación	Probabilidad
Grasa queso	-0.9491	0.0038
Tiempo de agitación	-0.74057	0.0922
Tiempo de coagulación	0.82264	0.0444
Cenizas queso	0.88768	0.0182
Recuperación grasa	0.8603	0.0279

