

# INFLUENCIA DE LA CALIDAD SANITARIA DE LA LECHE Y LA ESTACIONALIDAD SOBRE EL RENDIMIENTO DEL QUESO GOUDA

## Influence of Sanitary Quality of Milk and Seasonality on Gouda Cheese Yield

Sol Román<sup>1</sup>, Lourdes Guerrero<sup>1</sup> y S. Ferrer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Universidad de los Andes. Trujillo, Venezuela.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Lácteas "Rafael Rangel" (CILARR). Betijoque, Edo. Trujillo, Venezuela

### RESUMEN

Para evaluar los efectos de la calidad sanitaria de la leche y la estacionalidad sobre el rendimiento del queso Gouda, se hicieron 21 producciones controladas a escala piloto en el CILARR, estado Trujillo, Venezuela. Los quesos Gouda fueron elaborados con leche de vaca del ordeño matutino refrigerada en tanque, con promedios de recuento de células somáticas de 82.000 y 325.560 cel/mL, recolectadas en épocas seca y lluviosa. La calidad físico-química y microbiológica de la leche cruda y el queso Gouda fueron analizadas según métodos de las Normas COVENIN. Los contajes de células somáticas se hicieron según procedimiento de la Norma FIL-IDF 148 A:1995. El rendimiento actual fue calculado al dividir el peso del queso entre el peso de la leche. Los datos fueron procesados mediante análisis de varianza factorial con el paquete estadístico MINITAB. Los resultados mostraron efecto no significativo del número de células somáticas sobre el pH, acidez titulable, densidad, grasa, sólidos totales, sólidos no grasos y recuento en placa de bacterias de la leche. El efecto de la estacionalidad fue significativo para la densidad ( $P < 0,01$ ) y el recuento en placa de bacterias ( $P < 0,05$ ). El número de células somáticas no afectó en forma significativa el rendimiento actual; mientras que el efecto estacional fue significativo ( $P < 0,01$ ). Los rendimientos actuales menores se obtuvieron en la estación seca.

**Palabras clave:** Leche, células somáticas, estacionalidad, rendimiento actual queso.

### ABSTRACT

To evaluate effects of sanitary quality of milk and seasonality on Gouda cheese yield, 21 cheese making pilot-scale were

made in CILARR, located at Trujillo state, Venezuela. Gouda type cheese were made using bulk tank morning milk with somatic cell counts from 82.000 and 325.000 cells/mL, collected in the dry and rainy season. The physical-chemical and microbiological quality of the milk were analyzed according to methods of the COVENIN Norms. The somatic cell counts were determined by the FIL-IDF 148 A: 1995 procedure. Actual cheese yields were determined by dividing the weight of cheese by the weight of milk. Data from the cheese making trial were processed by factorial analysis of variance with statistical package MINITAB. The results showed non significant effect for the somatic cell count on pH, titratable acidity, density, fat, total solids, solids-not-fat and standard plate bacterial count of milk. The effect of the seasonality was significant for density ( $P < 0.01$ ) and standard plate bacteria count ( $P < 0.05$ ). Actual cheese yield was not significantly affected by somatic cell count of milk; while the effect seasonal was significant ( $P < 0.01$ ). Actual cheese yield was lower in dry season.

**Key words:** Milk, somatic cells, seasonality, actual cheese yield.

### INTRODUCCIÓN

La mastitis bovina, enfermedad generalmente de origen infeccioso, provoca que un elevado número de células somáticas-células epiteliales y leucocitos polimorfonucleados predominantemente- pasen del interior de la ubre a la leche, durante el proceso de inflamación de la glándula mamaria [21]. La forma subclínica más frecuente, es de duración prolongada, causa cambios poco visibles en la leche o la ubre y puede ser detectada por medio del recuento de células somáticas (RCS). Por tanto, el RCS constituye un parámetro de gran valor diagnóstico para establecer el nivel sanitario de la glándula mamaria de un animal o un rebaño [15]. En varias investigaciones, se ha señalado que la mastitis o recuentos elevados de célu-



las somáticas afectan la calidad composicional de la leche con reducción del valor nutritivo, el rendimiento de la leche y los derivados, sobre todo quesos [3, 4, 17, 24]. El RCS también es un indicador de la calidad tecnológica de la leche y se ha señalado que con rangos muy bajos del orden de 200.000, 300.000 y 400.000 cel/mL; las consecuencias tecnológicas pueden notarse, como una expresión de los cambios bioquímicos que sufre la leche [19].

La estacionalidad ejerce su efecto sobre la capacidad de sustentación forrajera, afectando la cantidad de alimentos que le reporten al animal los requerimientos nutricionales para compensar la acción del medio ambiente externo y controlar las causas patológicas que alteran la salud y producción [18]. Nutrientes como la grasa, proteínas, lactosa, contenidos mineral de la leche tienden a fluctuar durante los meses del año; al menos en las regiones templadas. La época del año unida a variaciones de la temperatura ambiental permiten que el rendimiento en la producción por animal disminuya, incidiendo sobre la calidad composicional de la leche y por ende del rendimiento durante la producción de quesos [1, 2, 20, 26].

Se conoce como rendimiento quesero de una producción, la relación porcentual entre los kilogramos de queso obtenidos al finalizar la etapa de prensado o antes del salado y, los kilogramos de leche empleados en su elaboración [3, 24, 25]. Cuando esta relación se calcula empíricamente a través de pesadas, se obtiene el llamado rendimiento actual [3, 24] no corregido [6] o práctico [25]; también existe el llamado rendimiento teórico, corregido o ajustado el cual ha sido calculado de varias formas [3, 6, 22, 25].

Por lo antes expuesto, se pretende estudiar cómo influyen dos factores como la calidad sanitaria de la leche de tanque, referida al RCS y a la estacionalidad sobre el rendimiento del queso tipo Gouda, elaborado a escala piloto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Procedencia de la leche de tanque

Las muestras de leche se recolectaron de los tanques refrigerados de dos haciendas situadas en los municipios La Ceiba

(Hacienda Las Marías) y Pampán (Agropecuaria Montesano) del estado Trujillo. La leche provenía de rebaños de animales de raza Carora, ordeñados en la mañana. Las mismas fueron transportadas en cántaras para su análisis y procesamiento al Centro de Investigaciones Lácteas Rafael Rangel (CILARR), ubicado en el municipio Rafael Rangel, estado Trujillo.

En la TABLA I se presentan en forma secuencial los análisis de calidad físico-químicos, microbiológicos y sanitarios, practicados a la leche antes de ser procesada. El período de recolección de las muestras comprendió los meses de época lluviosa (Mayo a Octubre 1996) con un promedio de precipitación de 247,0 mm y de época seca (Noviembre 1996 – Abril 1997) con un promedio de precipitación de 115,3 mm, según datos del MARNR, estado Trujillo.

### Producción de quesos

Los quesos tipo Gouda fueron elaborados a escala piloto en la planta del CILARR. Se utilizaron de 100 a 50 L de leche de tanque para un total de 21 producciones. La misma fue estandarizada a un contenido graso de 3,4-3,6%, pasteurizada a 65°C por 30 min y enfriada a 34°C. Alcanzada esta temperatura, se agregaron: cloruro de calcio (0,37 g/L), fermentos liofilizados (0,5-1,0%) y colorante (25 mL/L) permitiendo la maduración por 30 min. Luego se procedió a la coagulación mediante la adición de cuajo enzimático (2,5-3,0%) cortando la cuajada a los 30 min (grano de maíz). Después del corte y drenado de la mitad del suero, se lavó la cuajada con agua caliente y se agitó por 30 min a 1 h; manteniendo la temperatura de la mezcla a 36-38°C. 10 min antes de finalizar la agitación fue, agregada la sal (20 g/L), desuerada y prepensada la cuajada por 45 min. La cuajada fue cortada y colocada en moldes rectangulares de 3 kg y prensada por 2 h; pasado este tiempo se voltearon los quesos y se dejaron en prensa durante toda la noche a 4,5-5,0 lb de presión. Los quesos se pesaron después del prensado y antes de la maduración. La maduración de los mismos se realizó a una temperatura de 10-11°C durante 30 d.

### Cálculo del rendimiento

El rendimiento actual de la producción fue calculado mediante relación porcentual entre los kilogramos de queso produ-

TABLA I  
ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA LECHE COMPUESTA

Determinación	Método	Norma
pH	Potenciométrico	[7]
Acidez Titulable	Acidimetría	[13]
Densidad relativa a 20°C	Lactométrico	[8]
Sólidos Totales	Gravimétrico	[14]
Grasa	Volumétrico	[9]
Recuento en Placa (REP)	Dilución y siembra en agar estándar	[10]
Mastitis	De campo	
Recuento de Células Somáticas (RCS)	Contaje directo en microscopio	[16]



cidos y los de leche empleada [3, 6, 24]. El rendimiento ajustado a la humedad fue calculado mediante la fórmula:

$$CY = Y \times 100 - M / 57 \quad [6],$$

donde Y= rendimiento actual; M= contenido de humedad real del queso; 57= valor del extracto seco del queso.

El rendimiento ajustado es aquel que podría haberse obtenido si el queso al salir de prensa, hubiese contenido 43% de humedad, porcentaje máximo establecido en la Norma COVENIN 2851-82 [11].

**Análisis estadístico**

Los datos obtenidos del ensayo fueron evaluados mediante un diseño bifactorial desbalanceado, con el siguiente número de repeticiones (producciones) por tratamiento: GCS1EST1 (4), GCS2EST1 (6), GCS1EST2 (5), GCS2EST2 (6). Los análisis de varianza factorial se realizaron con la ayuda del paquete estadístico MINITAB [23].

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Clasificación de la leche de tanque**

La leche empleada en la producción de quesos fue clasificada, atendiendo a su calidad sanitaria como GCS1 para leches con un RCS total promedio de 325.560 cel/mL débiles positivas para mastitis (Hacienda Las Marías) y como GCS2 las leches con un RCS total promedio de 82.000 cel/mL, mastitis negativa (Agropecuaria Montesano). Según el factor estacionalidad, las leches recolectadas en la época seca se clasificaron como EST1 y para la época lluviosa como EST2.

**Calidad físico-química y microbiológica de la leche compuesta**

En la TABLA II se presentan los promedios y desviaciones estandarizadas de los parámetros de calidad físico-química y microbiológica de las leches, para los factores separados.

Los promedios de acidez titulable, densidad relativa, grasa y sólidos totales, se ubican dentro de los límites establecidos en la Norma COVENIN 903-93 [12], en cambio, los sólidos no grasos, se sitúan por debajo del mínimo establecido. Aun cuando el efecto de la calidad sanitaria fue no significativo para los parámetros físico-químicos analizados, se observó una ligera tendencia al incremento del pH y a la densidad relativa, así como tendencia a la disminución de la acidez titulable y a la grasa, conforme aumentó el número de células somáticas, coincidiendo estos resultados con los de Grandison y Ford [17], Politis y Ng-Kwai-Hang [24] y Barbano y col. [3]. Sin embargo, los sólidos totales y los no grasos, mostraron una ligera tendencia al aumento, a medida que se incrementó el número de células somáticas en la leche, resultados que difieren a los hallados por Kolo-Christensen [21] y Clavijo [15].

Con relación a la variable estacionalidad, a pesar de que los resultados del ANOVA no fueron significativos para pH, acidez titulable, sólidos totales, grasa y sólidos no grasos; todos fueron más bajos durante la EST1, a excepción de la acidez titulable. Verdi y col. [26] señalan tendencia estacional en leches compuestas, recolectadas en regiones templadas con disminución del porcentaje de grasa durante los meses de Julio y Agosto (verano) e incremento durante los meses de Noviembre y Diciembre (invierno). La acidez titulable encontrada en las leches analizadas fue menor, aunque no significativa, durante la estación lluviosa, mientras que el descenso de la densidad relativa obtenida para este período fue altamente significativo (P<0,01).

Los promedios de recuento en placa de mesófilos (REP) (indicador de calidad microbiológica de la leche), obtenidos para los dos factores investigados fueron elevados, al compararlos con los requisitos de la Norma COVENIN 903-93 [12], indicando así condiciones higiénicas deficientes durante el ordeño y almacenamiento de la leche. El REP no fue afectado significativamente por el número de células somáticas de la leche; en cambio el efecto de la estacionalidad si fue significativo (P<0,05) por reducción de la calidad microbiológica durante la EST1.

**TABLA II**  
**PROMEDIOS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA LECHE COMPUESTA**

Parámetro	GCS 1	n	GCS2	n	EST1	n	EST2	n
pH	6,61±0,08	9	6,58±0,07	12	6,52±0,08	10	6,66±0,07	11
Acidez Titulable (%)	17,2±0,52	9	18,2±0,45	12	18,5±0,51	10	17,0±0,47	11
Densidad relativa (%)	1,031±0,0005	9	1,030±0,0004	12	1,031±0,0004	10	1,029**±0,0004	11
Grasa (%)	4,57±0,12	9	4,59±0,10	12	4,52±0,12	10	4,64±0,11	11
Sol. Totales (%)	13,0±0,63	7	12,8±0,53	10	12,8±0,58	9	13,0±0,58	8
Sol. no grasos (%)	8,45±0,61	7	8,24±0,51	10	8,29±0,51	9	8,39±0,61	8
REP (UFC/ml)	0,4·10 <sup>7</sup> ±0,29	9	1,3·10 <sup>7</sup> ±0,25	12	2,1x10 <sup>7</sup> *±0,28	10	0,2x10 <sup>7</sup> ±0,26	11

GCS 1: 325.560 cel/mL. GCS2: 82.000 cel/mL. EST1: Estación seca. EST 2: Estación lluviosa. n: Número de producciones. \*,\*\* Significativo a P<0,05 y P<0,01, respectivamente.



TABLA III

PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y RANGO DE RENDIMIENTO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO GOUDA

Rend. Actual (%)	GCS1	GCS2	EST1	EST2
X	10,89	10,17	9,90**	11,15
DE	0,29	0,25	0,29	0,27
Rango	9,75-12,4	8,13-11,9	8,13-11,4	9,3-12,4

GCS1: 325.560 cel/mL. GCS2: 82.000 cel/mL. EST1: Estación seca. EST 2: Estación lluviosa. \*\*: Significativo a P<0,01.

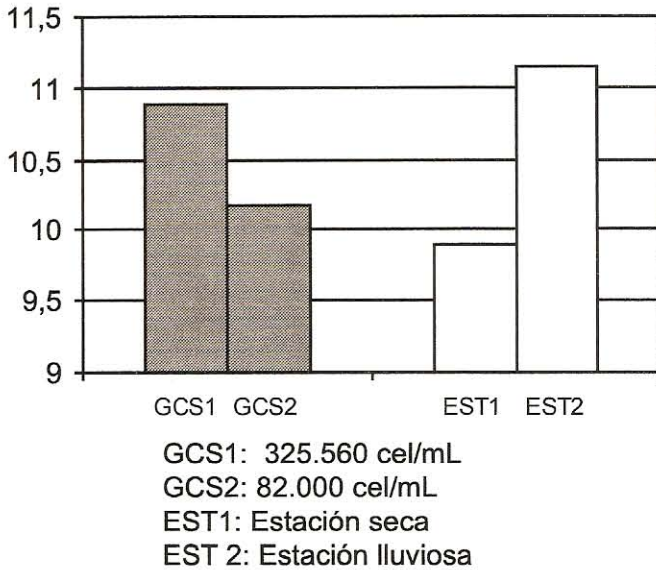


FIGURA 1. VALORES PROMEDIO DE RENDIMIENTO ACTUAL (%kg/kg) DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO GOUDA.

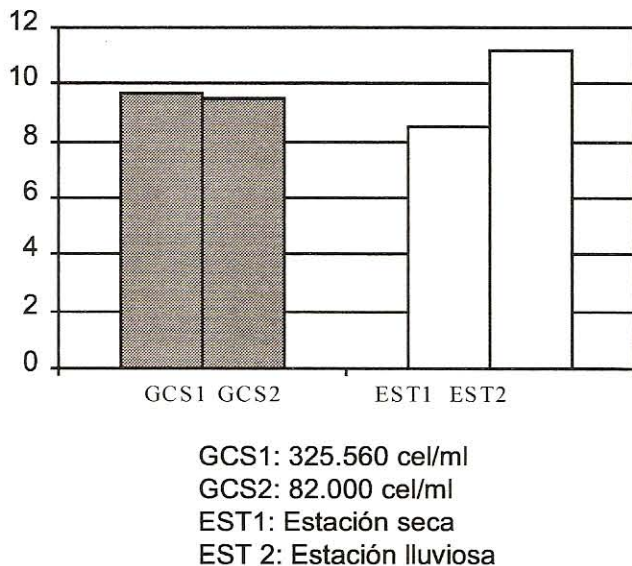


FIGURA 2. VALORES PROMEDIO DE RENDIMIENTO AJUSTADO A LA HUMEDAD (%kg/kg) DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO GOUDA.

Los resultados del análisis de varianza hecho para el rendimiento actual no fueron significativos para las interacciones, indicando que las variables actuaron independientemente. En la TABLA III y la FIG. 1, se observa que los promedios de rendimiento actual de las producciones hechas con leches de la categoría GCS1 fue mayor, aunque no significativo (10,89%) al promedio de rendimiento de las producciones hechas con leche de la categoría GCS2 (10,17%), coincidiendo con lo señalado por Barban y col. [3], al reportar promedios de rendimiento actual de 10,06 y 10,12 en quesos Cheddar elaborados con leches de RCS: 55.000 y 408.000 cel/mL respectivamente. Sin embargo, considerando que los porcentajes elevados de humedad de los quesos (no reportados en este artículo) pudieron enmascarar el efecto del número de células somáticas sobre el rendimiento actual, se calculó el rendimiento corregido o ajustado. Para este cálculo se utilizó la fórmula de Coggins [6], obteniéndose los valores de 9,66 y 9,49% para las producciones hechas con leche de tanque de las categorías GCS1 y GCS2, FIG.2; lo que confirma que la humedad del producto contribuyó grandemente a elevar los valores de rendimiento actuales. Kosikowski [22] reporta una relación directa entre el rendimiento y el contenido de humedad del queso.

En el caso de la variable estacionalidad, se observa en la TABLA III y FIG.1, una disminución altamente significativa (P<0,01) del rendimiento actual de las producciones hechas con leche recogida en EST1 (9,90%), en comparación al obtenido en EST2 (11,15%). Coggins [6], al analizar los rendimientos actuales de dos plantas de producción comercial de queso Cheddar, encontró un patrón estacional definido, señalando que los rendimientos actuales obtenidos en verano (comienzos de Junio) fueron menores (9,5 y 9,9%) a los obtenidos a finales de otoño (Octubre, Noviembre) con valores de 10,3 y 10,8%.

El ajuste de los rendimientos al contenido máximo de humedad señalados en la Norma COVENIN 2851-92 [11] dio como resultado los valores de 8,54 y 11,21% para las leches recogidas en EST1 y EST2, FIG. 2. Entre los factores que pueden estar causando esta variabilidad, se pueden señalar: la composición de la leche, la disminución del tenor graso y sólidos no grasos. Al respecto, Kefford y col. [20] indican que las concentraciones de grasa y proteína varían estacionalmente por efecto de la alimentación, influyendo de manera significati-



va, sobre el rendimiento del queso; y, en segundo lugar, la variación del volumen inicial de la leche empleada de 100 a 50 L por producción, contribuyó a la disminución del rendimiento por las dificultades de tipo mecánico ocasionadas durante el desuerado y prepsado de la cuajada con consecuencias negativas para el peso final del producto.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que las leches compuestas utilizadas en la producción del queso Gouda fueron sanas sin infección probable, con menos de 400.000 cel/mL promedio, de acuerdo a la clasificación propuesta por Contreras [15]. Los promedios de células somáticas no afectaron de forma significativa el rendimiento actual de la producción experimental en el CILARR.

La influencia estacionalidad fue marcada, registrándose los menores promedios de rendimiento actual, durante la EST1; debido a la disminución de componentes como la grasa y los sólidos no grasos, así como también a la disminución del volumen inicial de leche empleada por producción.

Se recomienda considerar los valores de rendimiento actual obtenidos, como referencia en la producción de queso tipo Gouda a escala piloto.

## AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de los Andes (C.D.C.H.T), por el aporte financiero otorgado y, al CILARR por facilitar la infraestructura y el personal para la ejecución del ensayo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALAIS, C. Factores que influyen en la producción y composición de la leche. **Ciencia de la Leche**. España: Editorial Reverté, S.A. 873 pp. 1985.
- [2] AULDIST, M.; WALSH, B; THOMSON, N. Seasonal and lactational influences on the composition of milk from pasture-fed dairy cows in New Zealand. **J. Dairy Sci.** (Abstract) 80 (Suppl.1):203. 1997
- [3] BARBANO, D.; RASMUSSEN, R.; LYNCH, J. Influence of milk somatic cell count and milk age on cheese yield. **J. Dairy Sci.** 74 (2): 369-389. 1991.
- [4] BASUALDO, S.; NOTARO, H.; MEINARDI, C.; ZALAZAR, C. Relación entre el recuento microscópico directo de células somáticas, parámetros físico-químicos y aptitud a la coagulación de leches crudas. **La Alimentación Latinoamericana**. 198: 40-42. 1993.
- [5] CLAVIJO, M.E. Efecto de las Mastitis subclínica sobre las características físico-químicas de la leche (Resumen). **I Congreso de Ciencia y Tecnología de Alimentos: Trabajos Libres**. 23-24/Marzo. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias: 105. 1996.
- [6] COGGINS, J. Predicting Cheddar cheese yield in an individual plant: Van Slyke revisited **J. Dairy Sci.** 74(2):359-368. 1991.
- [7] Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. **Alimentos: determinación del pH (acidéz iónica)**. C-1315-79. Caracas. 1979.
- [8] Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. **Leche Fluida: determinación de la densidad relativa**. C-367-82. Caracas.1982.
- [9] Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. **Leche Fluida, determinación de grasa: Método de Gerber**. C-1053-82. Caracas.1982.
- [10] Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. **Alimentos: Métodos para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de Petri**. B-902-87. Caracas. 1987.
- [11] Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. **Queso Gouda**. B-2851-92. Caracas. 1992.
- [12] Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. **Leche cruda**. B-903-93. Caracas. 1993.
- [13] Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. **Leche y sus derivados. Determinación de la acidez titulable**. A-658-97. Caracas. 1997.
- [14] Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. **Leche y sus derivados. Determinación de sólidos totales**. B-932-97. Caracas.
- [15] CONTRERAS, J. Mastitis bovina. **Enfermedades de los Bovinos**. Barquisimeto: Ediciones Impresos Rapilit. 742 pp. 1992.
- [16] Federation Internationale de Laiterie. FIL-IDF-148A:1995. **Milk. Enumeration of Somatic cells: microscopical method**. Bélgica. 1995.
- [17] GRANDISON, A.; FORD, G. Effects of variations in somatic cell count on the rennet coagulation properties of milk and on the yield, composition and quality of Cheddar cheese. **J. Dairy Sci.** 53 (4): 645-655. 1986.
- [18] GUZMÁN, J. Incidencias de los factores climáticos en el bovino lechero. **Producción de leche en los trópicos**. Caracas: Editorial Espasande, S.R.L. 259 pp. 1988.
- [19] HEESCHEN, W. Calidad de la leche cruda y productos lácteos en la Comunidad Económica Europea. **Boletín del Instituto Nacional de Tecnología Industrial**. 27:7-20. 1990.
- [20] KEFFORD, B.; CHRISTIAN, M.; SUTHERLAND, B.; MAYES, J.; GRAINGER, CH. Seasonal influences on

- Cheddar cheese manufacture. **J. Dairy Sci.** 62(3):529-537. 1995.
- [21] KOLO-CHRISTIENSEN, S. Comptage des cellules somatiques et qualite du lait **La Technique Laitiere.** 950:21-23. 1981.
- [22] KOSIKOWSKI, F. The yield of cheese. **Cheese and fermented milk foods.** 2nd Edition. Kosikowski and Associates. New York. 711 pp. 1982
- [23] MINITAB. Versión 7. Pennsylvania, EUA. 1992.
- [24] POLITIS, I.; NG-KWAI-HANG, K. Association between somatic cell count of milk and cheese yielding capacity. **J. Dairy Sci.** 71(7):1720-1727.1988.
- [25] PROSELLO, W.; D'AMICO, E.; ROBERT, L. Cálculo del rendimiento quesero teórico. **Industria Lechera.** Año LXXV(696):24-29. 1994.
- [26] VERDI, R.; BARBANO, D.; DELLAVALLE, M.; SENYK, G. Variability in true protein, casein, non-protein nitrogen, and proteolysis in high and low somatic cell milks. **J. Dairy Sci.** 70(2): 230-242. 1987.