

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERIA

Proceso de Pasteurización de Leche Entera en Función de Tres Opciones de Procesamiento y Elaboración de una Curva de Expansión Económica.

Luis Emilio Barcia Ubillús

Francisco Carvajal, Ph.D., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniero en Alimentos.

Quito, mayo de 2015

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Proceso de Pasteurización de Leche Entera en Función de Tres Opciones de
Procesamiento y Elaboración de una Curva de Expansión Económica.**

LUIS EMILIO BARCIA UBILLÚS

**Francisco Carvajal, Ph.D.,
Director de Tesis**

.....

**Javier Garrido, Msc.,
Coordinador de Ing. en Alimentos**

.....

**Lucía Ramírez Cárdenas, Ph.D.,
Miembro del comité de tesis**

.....

**Ximena Córdova, Ph.D.,
Decana de la Escuela de ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingeniería**

.....

Quito, mayo de 2015

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art.144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Luis Emilio Barcia Ubillús

C. I.: 1714391701

Fecha: Quito, mayo de 2015

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a mi familia, quienes me han apoyado y luchado para que yo esté en esta posición tan privilegiada; y quienes me han ayudado a crecer a lo largo del tiempo. Adicionalmente, quisiera dedicar este proyecto de tesis a mi abuelo, cuyo sueño siempre fue verme graduado de la universidad y especialmente a mi hija, por quien daría todo en este mundo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera muy especial a mi director de tesis, Francisco Carvajal, ya que creyó en mí y me tuvo paciencia para poder llevar a cabo este proyecto de tesis. Adicionalmente, quisiera agradecer a Manuel Chuquimarca y Jorge Guanlotuña, ya que fueron las personas que más me apoyaron en la realización de este proyecto de tesis. Quisiera agradecer a el Ingeniero Mattia Purtschert, jefe de producción de la planta Floralp S.A, en Ibarra, ya que sin su ayuda y su valiosa información no pude haber completado el presente proyecto de tesis. Por último, al coordinador Javier Garrido y a la profesora Lucía Ramírez, quienes aportaron vitalmente para este trabajo.

RESUMEN

Se estudió el proceso de pasteurización de leche entera con tres opciones de procesamiento: maquila, pasteurización en lotes y pasteurización en placas. La verificación de los procesos de pasteurización se realizó en función del análisis microbiológico de la leche. Todos los tratamientos lograron reducir la carga microbiana a un límite establecido por la norma; sin embargo, el tratamiento batch produjo una reducción mayor, posiblemente por ser el de mayor tiempo de proceso.

Adicionalmente se elaboró la curva de expansión económica, para ello fue necesario estimar los costos de producción en función del volumen, de la tecnología empleada y los recursos usados. La utilidad se calculó al relacionar los costos e ingresos pudiendo notarse que a medida que cambia el volumen producido se puede utilizar una o más tecnologías desde la perspectiva de producción; sin embargo, para cada volumen existe una solución de mayor utilidad (con excepción de los puntos de equilibrio). A partir de la estimación de los costos y utilidad, la senda de expansión económica en las condiciones estudiadas, se determinó como: hasta 490 litros se debe emplear maquila, posteriormente se debe emplear placas. No se recomienda usar batch a ningún volumen.

ABSTRACT

We studied the process of pasteurization of the milk with three processing options: maquila, batch pasteurization and pasteurization on plates. Verification of the pasteurization process was carried out according to the microbiological analysis of milk. All treatments were able to reduce the microbiological count to a limit set by the standard. However, batch treatment produced one greater reduction, possibly because of its greater processing time.

Additionally, the curve of economic expansion was developed. It was necessary to estimate production costs in function of the volume, technology employed and the used resources. Profit was calculated to relate costs and incomes, noticing that as you change the volume produced, you can use several technologies from the perspective of production. However there is a solution of higher profits (with the exception of the balance points) for each volume. From the estimation of costs and utility, the path of economic expansion, in the conditions studied, was determined as: up to 490 liters use maquila, then, plates should subsequently use. It is not recommended to use batch at any volume.

Tabla de contenido

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
OBJETIVOS	10
INTRODUCCIÓN	10
MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE LECHE PASTEURIZADA	12
DISEÑO EXPERIMENTAL	14
RESULTADOS Y DISCUSIONES	16
CONCLUSIONES	26
RECOMENDACIONES	27
BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXOS 1A	32
ANEXO 2A	39
ANEXO 3A	46
ANEXO 4A	53
ANEXO 4B	55

OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

-Estudiar el proceso de pasteurización de la leche entera con tres opciones de procesamiento y elaboración de la curva de expansión económica.

1.2 Objetivos Específicos

En las tres opciones de procesamiento:

-Verificar el proceso de pasteurización en base a la reducción de bacterias mesófilas aerobias y el conteo microbiológico de coliformes.

-Determinar el costo total del procesamiento.

-Elaborar la curva de expansión económica.

INTRODUCCIÓN

En el mundo animal, en general, la leche materna tiene gran importancia en la alimentación de las crías de los mamíferos; por ejemplo, para los perros, el ratón casero, el oso hormiguero, el puerco espín, el ganado vacuno y muchos otros (Hernández, Climé, Escalante, Canché, & Santos, 2014). Esto se debe a su alto valor nutricional, ya que sus componentes se encuentran en la forma y en las proporciones adecuadas. Así, en promedio y en base húmeda (b.h.) la leche de vaca (*Bos Taurus*) está constituida por: 12.55% p/p de sólidos totales, de los cuales: 3.25% son proteínas, 3.76% son grasa, 0.70% sales minerales y 4.84% hidratos de carbono (4,70% lactosa, 0,14% otros carbohidratos) (Dergal, 2006).

Por otro lado, a pesar de la importancia nutricional de la leche de vaca, este es un alimento altamente perecedero, que debe ser procesado inmediatamente luego de su recolección, para que esté apto para el consumo humano. Además, el procesamiento prolonga la vida útil de la leche (Wattiaux, 2010).

En Ecuador, la disponibilidad de leche cruda es de alrededor de 4 millones de litros por día, siendo procesada y destinada para el consumo humano aproximadamente el 75% de la producción (Contero, 2008). Si bien, no todo ese volumen de leche es consumido como tal, los productos elaborados a partir de ella como yogurt, quesos y otros; utilizan leche pasteurizada. De ahí la importancia de estudiar el proceso de pasteurización desde la perspectiva alimenticia. Adicionalmente, el proceso de pasteurización puede ser hecho de varias formas (continúa, en lotes) que determina diferentes propiedades organolépticas y diferentes costos. Más aún, el volumen de producción también influencia el costo total. Entonces, es importante analizar el proceso de pasteurización desde el punto de vista nutricional y organoléptico pero también desde el punto de vista económico.

Además de los procesos de pasteurización continua y en lotes, las industrias lácteas pueden optar por una tercera opción: la maquila, misma que es definida como: la práctica de otorgar el sub-procesamiento de algún aspecto de la actividad productiva a terceros (Tesis de Catarina UDLAP, 2012). Esta opción de procesamiento tiene varias ventajas, entre ellas, evitar el riesgo que implica realizar inversiones de capital y permite confirmar la existencia de un mercado real. Sin embargo, la desventaja de la misma, es el bajo margen de utilidad. Por ello es una importante opción, pero solo hasta cierto volumen de fabricación.

Hasta donde se tiene conocimiento, no existen estudios de este tipo que permitan estimar, con certeza, las relaciones calidad, volúmenes de producción y utilidad. Los

resultados de este estudio podrían servir de herramientas para la toma de decisiones de profesionales y empresarios de la industria láctea.

MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE LECHE PASTEURIZADA

3.1 Opción 1: Pasteurización en Placas

La leche cruda fue pasteurizada en el pasteurizador de placas de la planta piloto, del área de alimentos de la Universidad San Francisco de Quito. Las condiciones de pasteurización empleadas fueron: 75°C por 15 segundos (Parra, 2008).

3.2 Opción 2: Pasteurización en doble tina

En este caso la leche fue pasteurizada de la siguiente manera:

Primero se recibió la leche, luego se realizó un pesaje de la misma en una balanza industrial y una filtración con tela plástica porosa, para eliminar materiales físicos extraños. Posteriormente, se continuó con el proceso de pasteurización a una temperatura de 72°C por 15 segundos (Parra, 2008), la cual recibió un leve tratamiento de enfriamiento antes de ser envasada a una temperatura de 40 °C en fundas de polietileno y se enfriaron inmediatamente en una marmita con hielo y agua, hasta una temperatura de 4°C. Por último, se almacenaron las fundas de leche a temperatura de refrigeración de 4°C.

3.3 Opción 3: Opción Maquila

En este caso, los funcionarios de la empresa Floralp S.A, proporcionaron información sobre la leche pasteurizada elaborada con el proceso de pasteurización de placas (77°C por 17 segundos), y sobre el transporte a la Universidad San Francisco de Quito, que deberá mantener una cadena de frío (4°C), para ello se utilizará un camión refrigerado. Se tomará

en cuenta que el producto deberá llegar envasado en fundas de polietileno de 1 litro de presentación.

3.4 Costeo del Producto y elaboración de la curva de expansión económica

El costo de las opciones de procesamiento de pasteurización realizado en la USFQ (en placa y en la tina) fueron obtenidos directamente, es decir, por cuantificación de los recursos usados multiplicados por los costos unitarios del recurso empleado. En el caso de la opción maquila, el costo de producción fue suministrado directamente por los funcionarios de la empresa Floralp S.A.

La curva de expansión económica fue obtenida por medio de un gráfico de las relaciones costos de producción vs volúmenes para las diferentes opciones de procesamiento. Por consiguiente, se obtuvieron tres curvas, una por cada opción de procesamiento. La curva de expansión económica se infirió de esas tres mediante solución matemática y representó la relación de mayor utilidad (menores costos) para el volumen analizado. Es decir, se realizó un análisis económico de hasta cuando es bueno utilizar cada opción tecnológica.

3.5 Métodos Analíticos

3.5.1 Leche Cruda

3.5.1.1 Reacción de Estabilidad Proteica (Prueba del Alcohol)

Se utilizó la norma INEN NTE1500.

3.5.1.2 Acidez Titulable

Se usó el método oficial de la AOAC 947.05.

4.5.2 Leche Pasteurizada

3.5.2.1 Acidez Titulable

Se usó el método oficial de la AOAC 947.05

3.5.2.2 Recuento de Coliformes

Se usó la el método oficial de la AOAC número 991.14.

3.5.2.3 Recuento de *E.Coli*

Se utilizó el método oficial de la AOAC número 991.14.

3.5.2.4 Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos

Se usó el método NTE INEN 1529-5

DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo factorial de 3^2 ; que equivale a dos factores y tres niveles dentro de cada factor. Lo que produce un total de nueve tratamientos, con tres repeticiones; lo que resulta en 27 unidades experimentales.

- **Factores:**

Factor A: Tipo de Procesamiento

Factor B: Volúmenes (l)

- **Niveles:**

-FACTOR A: Tipo de Procesamiento:

-Pasteurización en Placas

-Maquila

-Pasteurización en Doble Tina

-FACTOR B: Volúmenes:

-100

-50

-150

Tipo de Procesamiento

Volúmenes (l)

Maquila	50
	100
	150

Tipo de Procesamiento

Volúmenes (l)

Pasteurización en Doble Tina	50
	100
	150

Tipo de Procesamiento

Volúmenes (l)

Pasteurización en Placas	50
	100
	150

Las variables a medir en cada combinación de los factores y niveles, fueron las características microbiológicas de la leche pasteurizada (recuento coliforme, *E. coli* y microorganismos aerobios mesófilos), y costo total de producción. Se analizaron los datos asumiendo una distribución normal para de esta forma utilizar aleatorización y poder realizar un análisis de varianza ANOVA y una prueba de separación de medias (Duncan y Tuckey) para establecer diferencia entre las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

PROCESO DE PASTEURIZACIÓN

Luego de haber pasteurizado la leche usando los tres métodos descritos anteriormente (pasteurización por placas, lotes y maquila), se verificó la validez de los mismos, usando para ello, conteos microbiológicos de *E.coli*, coliformes totales y recuento total de aerobios mesófilos (Tabla 1).

Tabla No.1. Recuentos totales de aerobios mesofilos, coliformes y E.coli en leche pasteurizada con tres opciones de procesamiento (media \pm desviación estándar de tres determinaciones).

		Maquila	Batch	Placas
501	Coliformes ufc/cm ³	0 \pm 0	0 \pm 0	2 \pm 3,30
	<i>E.coli</i> ufc/cm ³	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
	Mesófilas Aerobias ufc/cm ³	1700 \pm 187	1583 \pm 23	6450 \pm 4688
1001	Coliformes ufc/cm ³	0 \pm 0	0 \pm 0	6 \pm 4
	<i>E.coli</i> ufc/cm ³	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
	Mesófilas Aerobias ufc/cm ³	1242 \pm 639	1100 \pm 1013	5111 \pm 598
1501	Coliformes ufc/cm ³	3 \pm 4	3 \pm 4	5 \pm 0
	<i>E.coli</i> ufc/cm ³	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
	Mesófilas Aerobias ufc/cm ³	1408 \pm 529	1992 \pm 1240	4950 \pm 1035

Al analizar los datos y considerando que según la norma INEN 10:2012 la leche pasteurizada es de buena calidad cuando la carga microbiana residual es menor a 30000 ufc/cm³, se pudo observar que las tres opciones tecnológicas, si cumplieron la normativa de leche pasteurizada.

Se realizó una transformación de datos a log₁₀, debido a que existía variabilidad alta en los recuentos totales de aerobios mesófilos (Tabla No. 2).

Tabla No.2. Datos de recuento totales de aerobios mesófilos transformados a base \log_{10} (media \pm desviación estándar de tres determinaciones).

Vol/Día	Repeticiones	Maquila	Lotes	Placas
50 l	I	3,24 \pm 0,291	3,19 \pm 0,291	4,11 \pm 0,291
	II	3,28 \pm 0,291	3,20 \pm 0,291	3,24 \pm 0,291
	III	3,16 \pm 0,291	3,20 \pm 0,291	3,68 \pm 0,291
100 l	I	3,29 \pm 0,291	2,74 \pm 0,291	3,64 \pm 0,291
	II	2,60 \pm 0,291	3,43 \pm 0,291	3,77 \pm 0,291
	III	3,13 \pm 0,291	2,74 \pm 0,291	3,71 \pm 0,291
150 l	I	3,05 \pm 0,291	2,60 \pm 0,291	3,64 \pm 0,291
	II	3,33 \pm 0,291	3,53 \pm 0,291	3,61 \pm 0,291
	III	2,97 \pm 0,291	3,33 \pm 0,291	3,81 \pm 0,291

El análisis estadístico ANOVA, aplicado a las medias, mostró lo siguiente (Tabla No. 3):

Tabla No.3. Análisis de varianza (ANOVA) del conteo de microorganismos de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	Fcalculada	Fobtenida ($\alpha=0,05$)
Total	26	3,54			
Tratamientos	8	2,02	0,25	2,98	2,51
Tipo Procesamiento	2	1,85	0,92	10,92	3,55
Volumen (l)	2	0,09	0,04	0,51	3,55
Interacción	4	0,08	0,02	0,25	2,93
Error Experimental	18	1,52	0,08		

NOTA: Existe diferencias significativas entre los tratamientos y entres las opciones de procesamiento con un alfa del 5%.

El coeficiente de variación obtenido es del 8,82%, el que está por debajo del valor máximo esperado en pruebas de laboratorio (Sanchez, 2012). Como puede observarse en los resultados de la tabla ANOVA, si existe diferencia significativa entre los tratamientos. Por consiguiente, se realizo la prueba de separación de medias que arrojó resultados significativos, donde el mayor recuento total los tuvo el Grupo a; es decir, el tratamiento recuento total más alto fue el de pasteurización en placas a 100 litros. Y el menor recuento

lo obtuvo el Grupo h, donde se encontraba la pasteurización en lotes a 100 litros de leche. (ANEXO 4A).

Consecuentemente, el tratamiento que logró el menor conteo es el tratamiento batch, seguido del proceso aplicado en maquila y finalmente el de pasteurización de placas. Esto se debería a tiempos de procesos, el cual es mucho más prolongado en la pasteurización en lotes (alrededor de una hora), comparado con maquila (77 °C x 17 s) y pasteurización en placas USFQ (72 °C x 15 s). Estos resultados son similares a los descritos en estudios de (Gao, Mutharia, Chen, Rahn, & Odumeru, 2002) y (Grant, Ball, Neil, & Rowe, 1995).

COSTOS DE PRODUCCIÓN

El tipo de tecnología utilizada, los volúmenes de producción y recursos empleados afectaron directamente a los costos de producción como se muestra en la Tabla No.4, Anexo 1A, 2A, 3A.

Tabla No.4 Costos de producción mensuales por tecnología y volumen analizado (media \pm desviación estándar).

Vol/Día	Maquila	Batch	Placas
0	0 \pm 0	2114,5 \pm 7	2041,9 \pm 4
50	855 \pm 0	3277,4 \pm 7	3055,8 \pm 4
100	1710 \pm 0	3935,2 \pm 2	3720,5 \pm 4
150	2565 \pm 0	4826,8 \pm 5	4409,8 \pm 5
1000	17100 \pm 0	17387,9 \pm 8	15626 \pm 4
5000	85500 \pm 0	83147,8 \pm 8	68511,5 \pm 4

NOTA: Estos valores son promedios de tres determinaciones.

Tabla No.5 Análisis de varianza (ANOVA) de los costos de producción.

FV	GL	SC	CM	Fcalculada	Fobtenida ($\alpha=0,05$)
Total	26	39147660			
Tratamientos	8	39146863,9	4893358,0	110633,4	2,51
Tipo de Procesamiento	2	28380911,0	14190455,5	320830,4	3,55
Volumen (l)	2	10653316,7	5326658,3	120429,8	3,55
Intersección	4	112636,2	28159,0	636,6	2,93
Error Experimental	18	796,1	44,2		

NOTA: Existen diferencias significativas

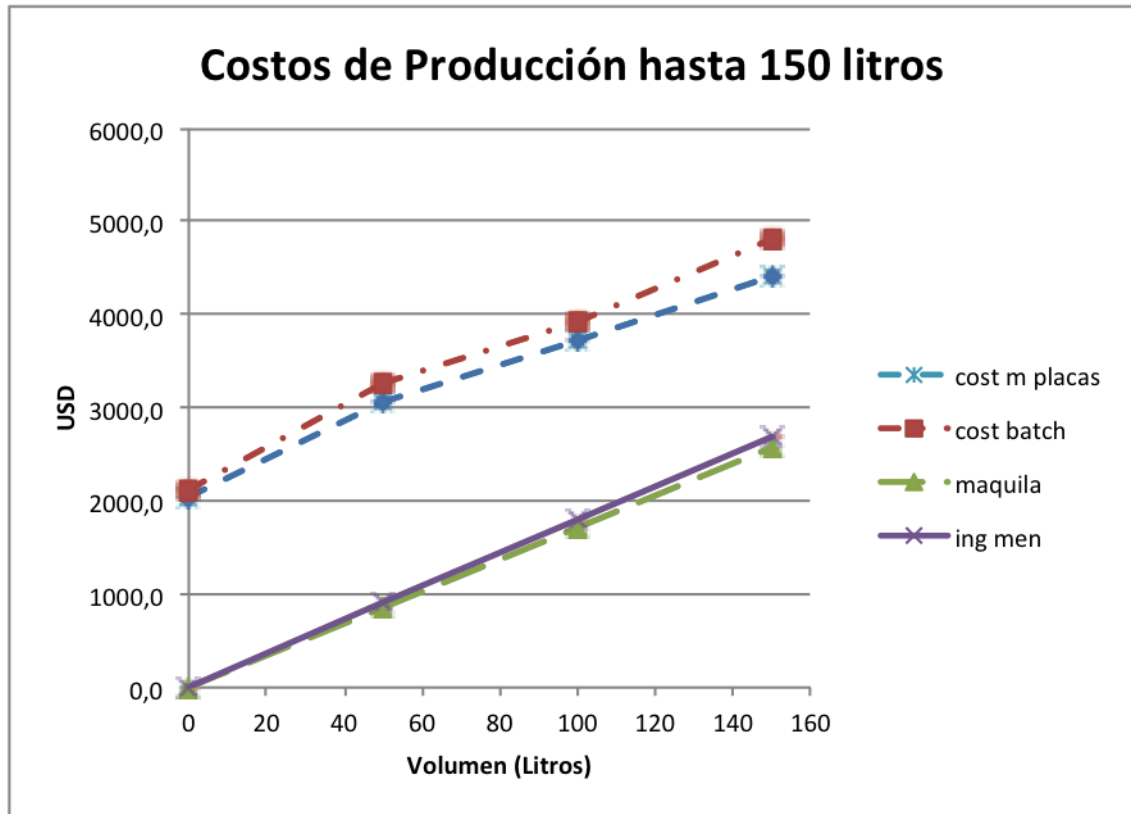
El coeficiente de variación para la determinación de costos de producción fue de 0,21% valor inferior al error permitido en pruebas de laboratorio (Sanchez, 2012).

Al observar la tabla ANOVA se puede notar que existen diferencias significativas en los costos en todos los casos, es decir entre los tratamientos, entre las opciones de procesamiento, entre los diferentes volúmenes utilizados y entre la interacción de ambos con un alfa del 5%.

Según la prueba Duncan de separación de medias, todas las medias son diferentes entre sí (ANEXO 4B). El tratamiento más caro es la pasteurización por lotes a 150 litros de leche al día y el más barato es maquila a una producción de 50 litros al día.

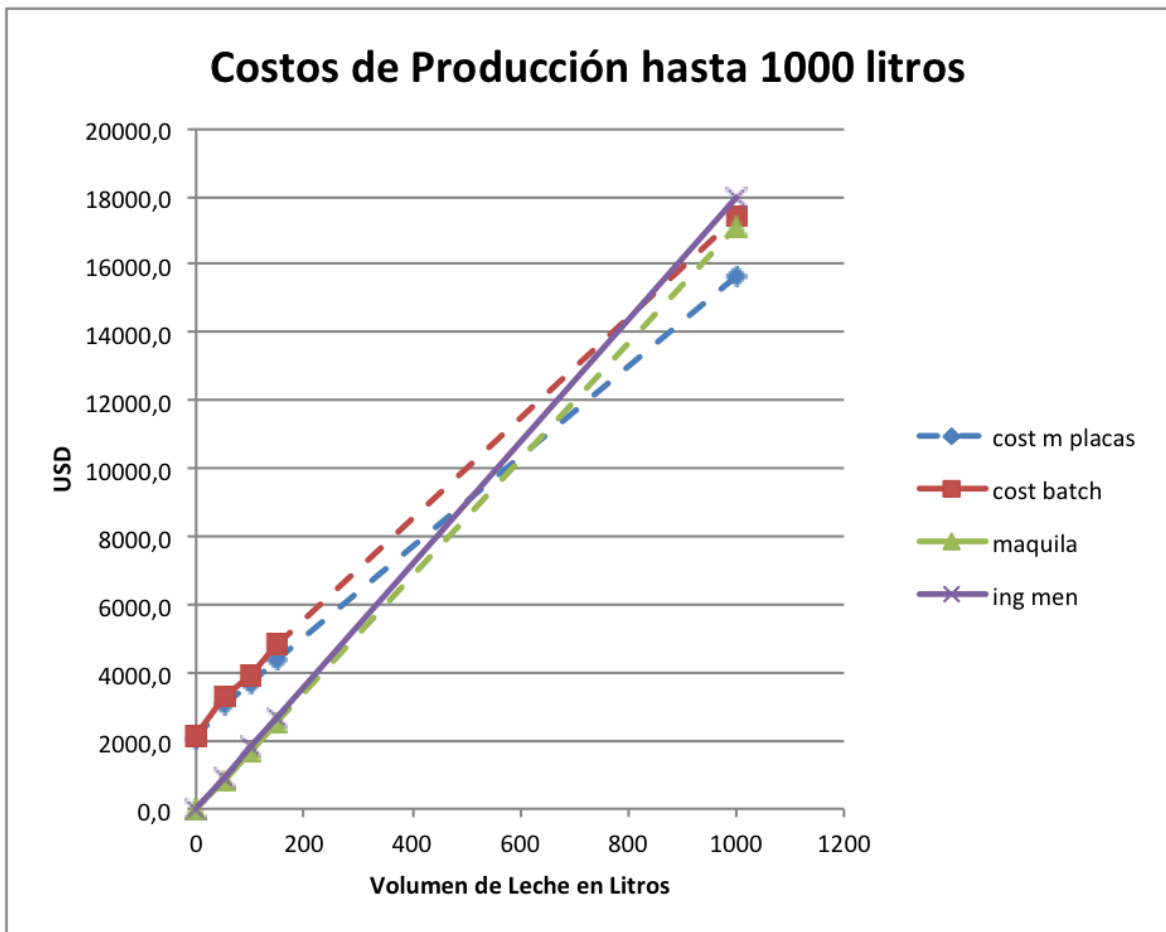
Al analizar la Tabla No. 4 y Figuras No. 1, 2 y 3, se observó una relación directa entre los costos de producción y el volumen procesado. Además se observó que el costo de producción dependía de la tecnología empleada (Andrade, 2015). El ingreso fue calculado con un precio de venta al público de 0.60 USD.

Figura No. 1. Curvas de costos de producción hasta 150 litros de leche al día.



A bajo volumen, hasta 150 litros de leche (Figura No.1), se puede observar que únicamente la opción maquila generaría utilidades. A medida que el volumen creció (alrededor de 500 litros) la curva de pasteurización con placas, también empezó a generar utilidades (Figura No. 2).

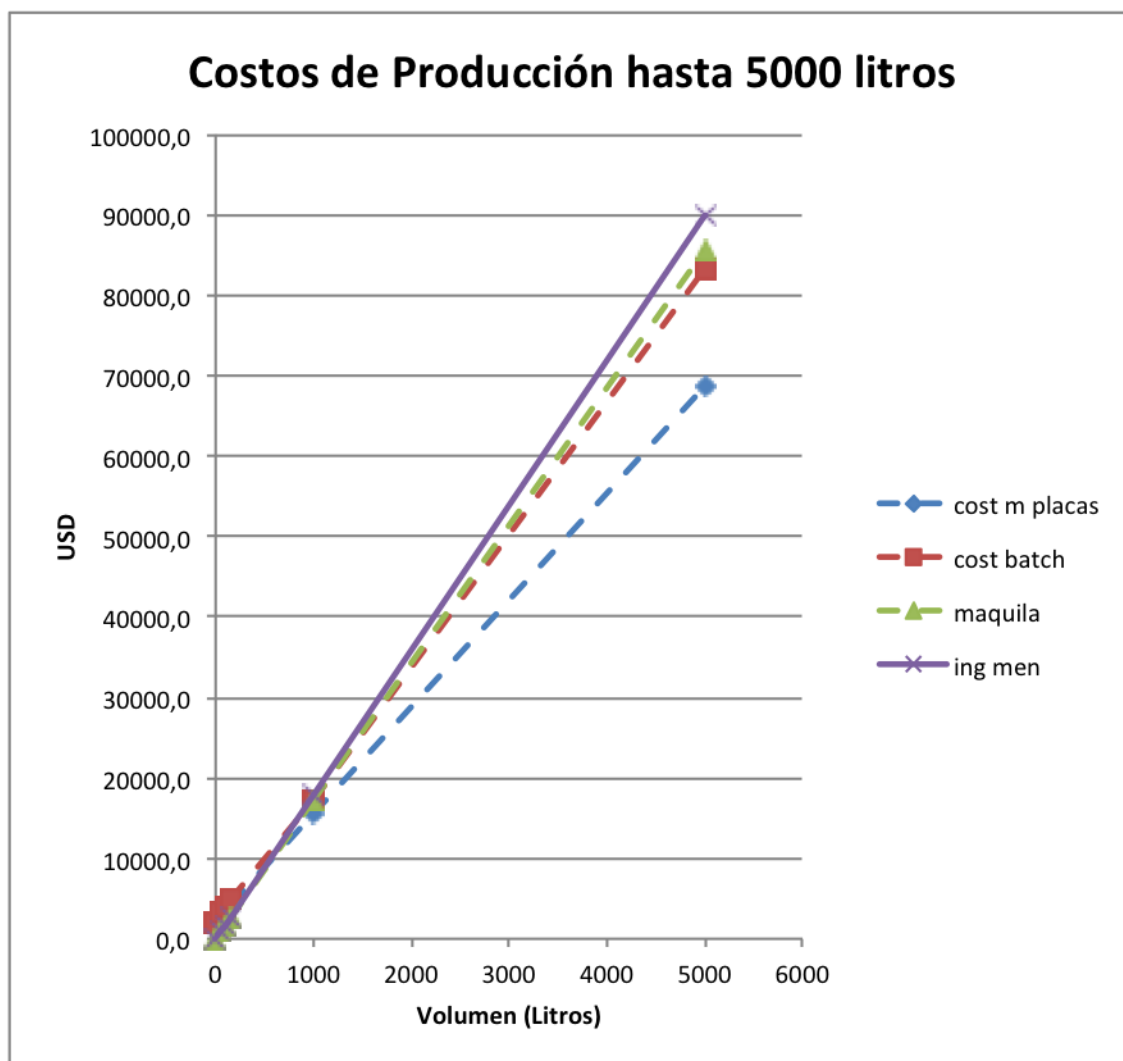
Figura No.2. Curvas de costos de producción hasta 1000 litros de leche al día.



Finalmente, a partir de los 800 o 1000 litros de leche aproximadamente (Figuras No. 2 y 3), las tres tecnologías empezaron a generar utilidades.

Esto significa, que la utilidad estaría vinculada directamente con el volumen y la tecnología usada. Estos resultados son similares a los encontrados en un estudio de crecimiento de cebada cervecera realizados por (Ron & Loewy, 1996).

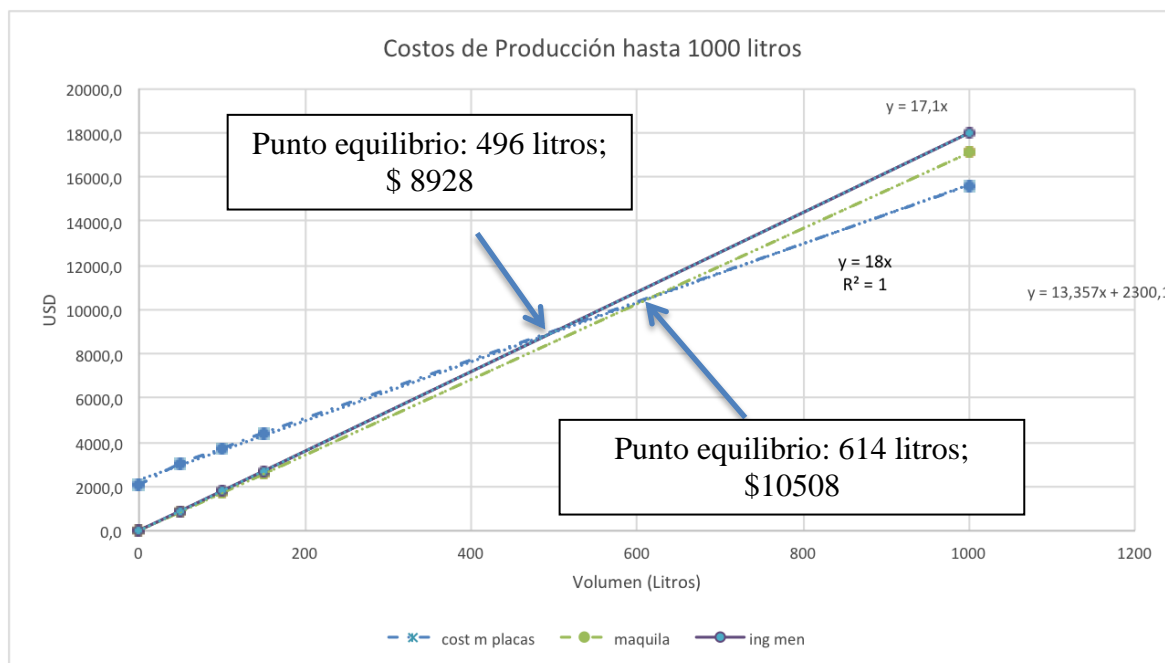
Figura No.3 Curvas de costo de producción con un máximo de 5000 litros de leche al día.



CURVA DE EXPANSIÓN ECONÓMICA

Como se pudo observar en la Tabla No. 4 y las Figuras No. 1, 2 y 3, los costos cambiaron en función del volumen y la tecnología empleada, como era de esperarse. Sin embargo, y además de ello, se pudo inferir que la tecnología de procesamiento empleada generó resultados variables dependiendo del volumen. Así hasta 495 litros la opción maquila es la única que generó utilidades (Dato obtenido matemáticamente por solución de ecuaciones de costo placas e ingresos) (Figura No.4).

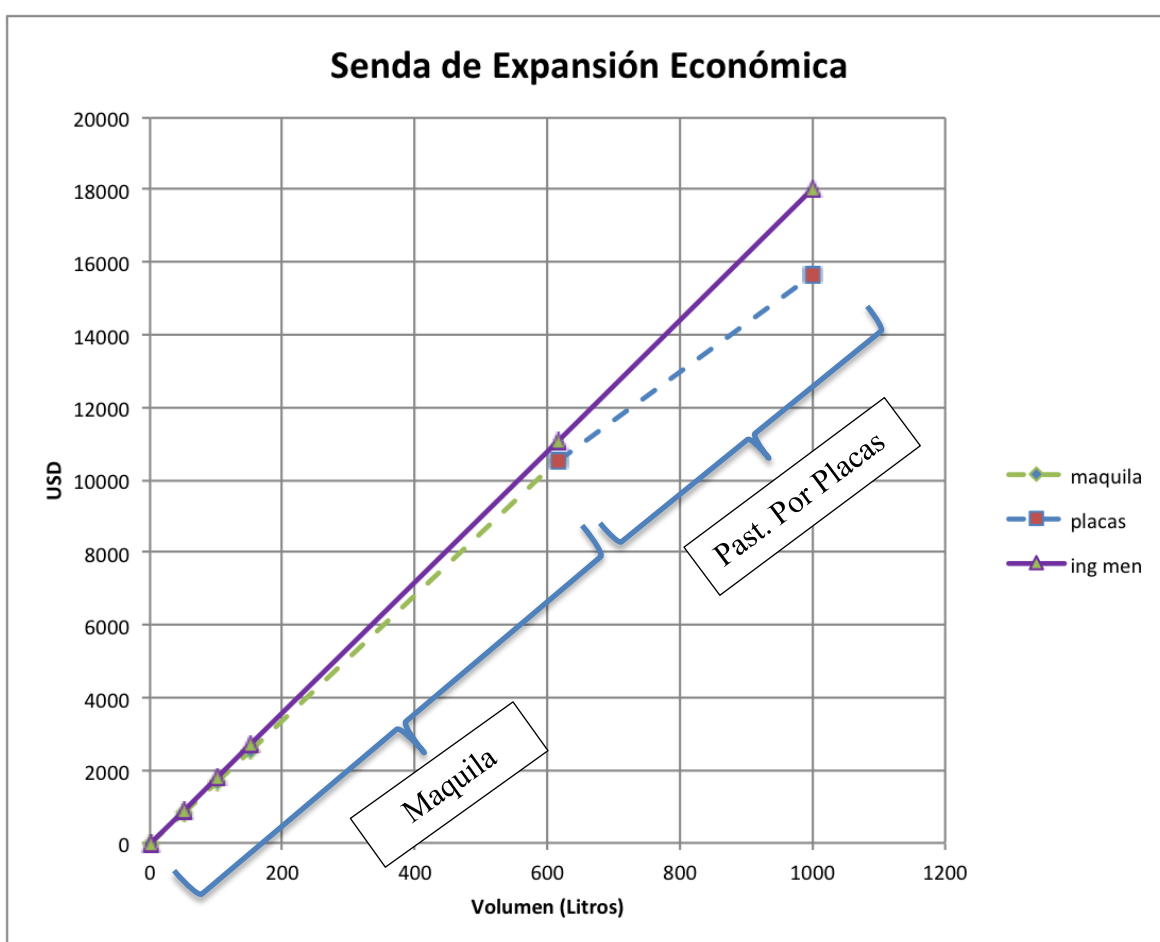
Figura No.4. Curvas de producción de leche con las ecuaciones de las rectas de maquila y pasteurización por placas.



Posteriormente, a partir de 496 unidades (equivalente a 8928USD), la opción maquila continuó generando utilidades, pero también, a partir de este volumen la opción pasteurización con placas empezó a generar utilidades. En el tramo comprendido entre 496 y 614 unidades producidas (Dato obtenido matemáticamente por solución de ecuaciones de costos: opciones placas y maquila), la opción maquila generaría más utilidades que la opción placas. Finalmente, y a partir de 615 unidades la opción placas es la de mayor utilidades. En otras palabras, y en las condiciones estudiadas, hasta 614 litros de leche se debería usar la opción maquila y a partir de 615 litros se podría utilizar maquila o pasteurización por placas; debido a que ambos generan utilidades. Sin embargo, se recomendaría la opción de placas porque si bien las dos generan utilidades, la última lo hace en mayor cantidad (Figura No. 5).

Por último, la pasteurización por lotes no es adecuada a ningún volumen de producción de leche, ya que solo empieza a generar utilidades a partir de 806 litros de leche (14512 USD) (Dato obtenido matemáticamente por solución de ecuaciones de costos: opciones ingresos mensuales y batch), y los márgenes de utilidad son muy bajos en comparación con la pasteurización por placas (Figura No.5).

Figura No. 5 Senda de expansión económica.



No se han encontrado estudios que elaboren la senda de expansión económica en procesamiento de alimentos, por lo que se ha debido comparar con aquellos hechos en otras áreas. Así, los resultados encontrados en este estudio son similares a los reportados por (Rouco & Martinez, 1997) y (Ron & Loewy, 1996), en producción de cebada cervecera y estudios sobre tecnología agrícola. Es decir, a medida que cambia el volumen,

la tecnología a emplearse debe cambiar también. La senda de expansión económica muestra la mejor relación, volumen-tecnología-utilidad.

CONCLUSIONES

-Fue posible estudiar el proceso de pasteurización de la leche entera con tres opciones de procesamiento y se pudo elaborar la senda de expansión económica en función del volumen.

-Se verificó que las tres opciones de procesamiento lograron pasteurizar correctamente la leche entera, basándose en la comparación de la norma INEN 10:2012 con los conteos totales de las bacterias aerobias mesófilas y los recuentos de coliformes totales.

-Se pudo determinar el costo total de procesamiento en cada una de las opciones tecnológicas usadas.

-Se determinó que la pasteurización de lotes no es económicamente eficiente sino hasta volúmenes altos (806 litros de leche), donde de todas maneras, no supera a la opción de la pasteurización con placas; por lo tanto, es la menos recomendable como opción de pasteurización de leche en las condiciones estudiadas.

-Se logró elaborar con éxito la senda de expansión económica que señala coordenadas específicas hasta donde se debería usar cada tecnología, lo cual maximiza utilidades.

RECOMENDACIONES

Repetir el estudio con opciones de pasteurización en lotes más económicas y viables para cantidades pequeñas, como la opción de pasteurizadores con serpentín o a gas, con lo que se abaratarían costos de esta opción y que podrían afectar la senda de expansión económica encontrada .

Estudiar la senda de expansión económica para volúmenes superiores de leche pasteurizada, por ejemplo 50000, 100000 o más, para ampliar los resultados estudiados a procesadores de mediano y alto volumen. (AOAC, 2012)

Se recomienda, además, expandir la investigación hacia otros productos y tecnologías, como por ejemplo UHT por su impacto estratégico y económico.

BIBLIOGRAFÍA

- Dergal, S. B. (2006). *Química de Alimentos* (Cuarta Edición ed.). México: Pearson Education.
- Wattiaux, M. A. (12 de 08 de 2010). *Universidad de Wisconsin-Madison*. Recuperado el 15 de 06 de 2014, de Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera: http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_19.es.pdf
- Contero, R. (20 de 05 de 2008). *La Granja*. Recuperado el 15 de 06 de 2014, de La calidad de la leche: un desafío en el Ecuador: http://lagranja.ups.edu.ec/documents/1317427/1369624/05calidad_leche7.pdf
- Hérmendez, S., Climé, J., Escalante, S., Canché, J., & Santos, J. (25 de 01 de 2014). *Mamíferos Terrestres*. Recuperado el 19 de 08 de 2014, de Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatan: http://www.seduma.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/03Parte2/Capitulo4/02Diversidad_faunistica/02%20Vertebrados/55Mamiferos_terrestres.pdf
- Tesis de Catarina UDLAP. (11 de 08 de 2012). *Capítulo II*. Recuperado el 01 de 10 de 2014, de Catarina UDLAP: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lri/tay_b_aa/capitulo2.pdf
- Moscoso, M. A. (10 de 02 de 2010). *Universidad de Azuay*. Recuperado el 01 de 10 de 2014, de Requisitos y Procedimientos para Importar bajo el regimen de Maquila: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2806/1/07592.pdf>

- Parra, D. G. (20 de 05 de 2008). *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Recuperado el 01 de 10 de 2014, de Diseño de una Línea Piloto HTST para el laboratorio de Operaciones Unitarias de la carrera de Ing. en alimentos:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5420/1/D-38770.pdf>
- Purtschert, M. (07 de 10 de 2014). Jefe de Planta. (L. E. Barcia, Entrevistador) Teléfono.
- Cañulef, J. A. (20 de 07 de 2012). Determinación de Vida Útil de la Leche Cruda Envasada y Después Pasteurizada (LTLT) vs. Leches Pasteurizadas y Envasadas por Procedimientos Tradicionales . Valdivia, Chile: Escuela de Ingeniería de Alimentos. Obtenido de Escuela de ingeniería en Alimentos:
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/fab272d/doc/fab272d.pdf>
- Andrade, D. (12 de 05 de 2015). *Economías de Escala*. Obtenido de ESPOL:
<http://www.puce.edu.ec/economia/efi/index.php/economia-internacional/14-competitividad/20-economias-de-escala>
- Krugman, P. (2007). *Microeconomía: Introducción a la Economía*. Barcelona, España: Reverté.
- Chile, P. U. (25 de 2 de 2012). *Economías de Escala*. Recuperado el 13 de 05 de 2015, de Universidad de Chile:
<http://web.ing.puc.cl/power/alumno12/smallbeautiful/economias.html>
- Buiteelar, R., Padilla, R., & Urrutia, R. (1999). *CENTRO AMERICA, MEXICO Y REPÚBLICA DOMINICANA: MAQUILA Y TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA* . Recuperado el 13 de 05 de 2015, de Naciones Unidas:
http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27809/S9900500_es.pdf?sequence=1
- Suárez, D. (2003). *Guía de procesos la elaboración de néctares, mermeladas, uvas, pasas y vinos*. Bogotá, Colombia: CAB.

- Johnston, T., & Madrigal, L. (1977). *Metodología para el estudio del punto de equilibrio aplicado a una fabrica de chips y harina de yuca en San Carlos de Alajuela*. Alajuela, Costa Rica: CATIE.
- Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (08 de 08 de 2014). *Costes de Producción*. Recuperado el 14 de 05 de 2015, de UV: <http://www.uv.es/escrich/T5%20Costes%20de%20produccion.pdf>
- Rosa, E., & Maíno, M. (05 de 10 de 2011). *Introducción a la Microeconomía*. Recuperado el 14 de 05 de 2015, de Universidad Andres Bello: http://facultades.unab.cl/economiaynegocios/files/2012/11/DOCUMENTODOCEN_TEN1.pdf
- Sanchez, J. (2012). *Introducción al diseño experimental*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Católica del Ecuador.
- Gao, A., Mutharia, L., Chen, S., Rahn, K., & Odumeru, J. (29 de 07 de 2002). Effect of Pasteurization on Survival of Mycobacterium paratuberculosis in Milk. USA: Journal Of Dairy Science. Obtenido de Journal Of Dairy.
- Grant, I., Ball, H., Neil, S., & Rowe, M. (13 de 11 de 1995). Inactivation of Mycobacterium paratuberculosis in cows' milk at pasteurization temperatures. 62(2). USA: APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY.
- Ron , M., & Loewy, T. (1996). Análisis de la respuesta de la cebada cervecera a nitrógeno y fosforo en tres suelos del sudoeste Bonaerense (Argentina). Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina: UNS.
- Rouco, A., & Martinez, A. (1997). *Introducción a la economía agraria*. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- INEN. (2012). Norma NTE 10:2012. Ecuador.

AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (19 ed.). (D. G. Latimer, Ed.) Maryland, USA: AOAC International.

ANEXOS 1A

-Pasteurización de Placas

Desglose del cálculo de costos de energía:

50 lts

Máquina	kw	Horas I	Horas II	Horas III	Kw/h	kW/h II	kW/h III	US D	USD II	USD III
Bomba de Agua Azul	0,37	0,39	0,30	0,34	0,14	0,11	0,12	0,01	0,01	0,01
Bomba agua Past Placas	0,75	0,39	0,30	0,34	0,29	0,22	0,25	0,03	0,02	0,02
Motor de Inducción	0,94	0,39	0,30	0,34	0,37	0,28	0,32	0,03	0,02	0,03
Motor de Empacadora	0,75	0,06	0,03	0,05	0,04	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00
Bomba para empaque	0,60	0,06	0,03	0,05	0,03	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00
Compresor	1,12	0,39	0,30	0,34	0,44	0,33	0,38	0,04	0,03	0,03
Total Gasto Energético								0,12	0,09	0,10

100 lts

Máquina	kw	Horas I	Horas II	Horas III	Kw/h	kW/h II	kW/h III	US D	USD II	USD III
Bomba de Agua Azul	0,37	0,34	0,56	0,49	0,13	0,21	0,18	0,01	0,02	0,02
Bomba agua Past Placas	0,75	0,34	0,56	0,49	0,26	0,42	0,37	0,02	0,04	0,03
Motor de Inducción	0,94	0,34	0,56	0,49	0,32	0,52	0,46	0,03	0,05	0,04
Motor de Empacadora	0,75	0,05	0,12	0,09	0,04	0,09	0,07	0,00	0,01	0,01
Bomba para empaque	0,60	0,05	0,12	0,09	0,03	0,07	0,06	0,00	0,01	0,00
Compresor	1,12	0,34	0,56	0,49	0,39	0,62	0,55	0,03	0,05	0,05
Total Gasto Energético								0,10	0,17	0,15

150

Máquina	kw	Horas I	Horas II	Horas III	Kw/h	kW/h II	kW/h III	USD D	USD II	USD III
Bomba de Agua Azul	0,3 7	0,52	0,61	0,55	0,19	0,23	0,20	0,02	0,02	0,02
Bomba agua Past Placas	0,7 5	0,52	0,61	0,55	0,39	0,46	0,41	0,03	0,04	0,04
Motor de Inducción	0,9 4	0,52	0,61	0,55	0,49	0,57	0,52	0,04	0,05	0,05
Motor de Empacadora	0,7 5	0,18	0,17	0,14	0,13	0,13	0,10	0,01	0,01	0,01
Bomba para empaque	0,6 0	0,18	0,17	0,14	0,11	0,10	0,08	0,01	0,01	0,01
Compresor	1,1 2	0,52	0,61	0,55	0,58	0,68	0,61	0,05	0,06	0,05
Total Gasto Energético								0,17	0,19	0,17

- Material Plástico Utilizado

Plástico

	Rep I	Rep II	Rep III	Peso (kg)	Costo (USD)/kg	Total	Total II	Total III
50	43	51	53	0,006	3,33	0,85914	1,01898	1,05894
100	97	108	100			1,93806	2,15784	1,998
150	172	162	150			3,43656	3,23676	2,997

- Datos de costos de agua.

Rep I (50 Lt)

Máquina	Litros	m3	Minutos	Horas	Consumo USD
Tanque de Agua	200				
Past. Placas	3,89167		23,21		
Empacadora	5,61111		3,22		
Silo de Hielo	100				
Limpieza	324,8		14,5		
Total Gasto de Agua	634,30278	0,63430278			0,456698002

Rep II

Máquina	Litros	m3	Minutos	Horas	Consumo USD
Tanque de Agua	200				
Past. Placas	2,95833		17,45		
Empacadora	2,80556		1,41		
Silo de Hielo	100				
Limpieza	560		25		
Total Gasto de Agua	865,76389	0,86576389			0,6234

Rep III

Máquina	Litros	m3	Minutos	Horas	Consumo USD
Tanque de Agua	200				
Past. Placas	3,375		20,15		
Empacadora	4,88889		2,56		
Silo de Hielo	100				
Limpieza	448		20		
Total Gasto de Agua	756,26389	0,75626389			0,5445

Rep I (100 Lt)

Máquina	Litros	m3	Minutos	Horas	Consumo USD
Tanque de Agua	200				
Past. Placas	3,4417				
Empacadora	12,8056				
Silo de Hielo	100				
Limpieza	515,2				
Total Gasto de Agua	831,4473	0,8314473			0,598642056

Rep II

Máquina	Litros	m3	Minutos	Horas	Consumo USD
Tanque de Agua	200				
Past. Placas	5,56944				
Empacadora	12,33				
Silo de Hielo	100				
Limpieza	544,992				
Total Gasto de Agua	862,89144	0,86289144			0,6213

Rep III

Máquina	Litros	m3	Minutos	Horas	Consumo USD
Tanque de Agua	200				
Past. Placas	4,925				
Empacadora	9,30556				
Silo de Hielo	100				
Limpieza	526,4				
Total Gasto de Agua	840,63056	0,84063056			0,6053

Rep I (150 Lt)

Máquina	Litros	m3	Minutos	Horas	Consumo USD
Tanque de Agua	200				
Past. Placas	5,2				
Empacadora	17,7222				
Silo de Hielo	100				
Limpieza	1545,6				
Total Gasto de Agua	1868,5222	1,8685222			1,345335984

Rep II

Máquina	Litros	m3	Minutos	Horas	Consumo USD
Tanque de Agua	200				
Past. Placas	6,1				
Empacadora	17,0278				
Silo de Hielo	100				
Limpieza	672				
Total Gasto de Agua	995,1278	0,9951278			0,7165

Rep III

Máquina	Litros	m3	Minutos	Horas	Consumo USD
Tanque de Agua	200				
Past. Placas	5,95833				
Empacadora	13,5833				
Silo de Hielo	100				
Limpieza	851,2				
Total Gasto de Agua	1170,74163	1,17074163			0,8429

- Datos de depreciaciones de maquinaria, mantenimiento (2%) del valor de maquinaria anual y seguro (5%) del valor de la maquinaria anual.

Maquinaria	Costo	Depreciación Anual	Depreciación Mensual
Tanque almacenamiento 200 LT Pared Simple	1490,01	149,00	12,42
Pasteurizador a Placas Micro Plank Junior	10249,80	1024,98	85,42
Enfundadora Automática	13780,00	1378,00	114,83
Tina de Pasteurización Y cuajado	1670,00	167,00	13,92
Tina de Pasteurización Y cuajado	1670,00	167,00	13,92
Totales	28859,81		240,50

- Costos de Producción para pasteurización en placas.

Material	Consumo	Precio (USD)	Total
Leche	1500	0,42	630

	Rep I	Rep II	Rep III	
	Dolares			
Sueldo de Ayudante	492,7	492,7	492,7	
Sueldo De Ayudante	492,7	492,7	492,7	
Sueldo Jefe de Producción	695,8	695,8	695,8	
Gastos				
Mat Plásticos	25,8	30,6	31,8	
Reactivos	287,2	287,2	287,2	
Energía eléctrica	3,5	2,6	3,0	
Agua	13,7	18,7	16,3	
Depreciaciones de Maquinaria	240,5	240,5	240,5	
Mantenimiento	48,1	48,1	48,1	
Seguro	120,2	120,2	120,2	Promedio
Costo Total	3050,1	3059,0	3058,2	3055,8
Costo por unidad (Fundas de Leche)	2,4	2,0	1,9	2,1

Material	Consumo	Precio (USD)	Total
Leche	3000	0,42	1260

	Rep I	Rep II	Rep III	
	Dólares			
Sueldo de Ayudante	492,7	492,7	492,7	
Sueldo De Ayudante	492,7	492,7	492,7	
Sueldo Jefe de Producción	695,8	695,8	695,8	
Gastos				
Mat Plásticos	58,1	64,7	59,9	
Reactivos	287,2	287,2	287,2	
Energía eléctrica	3,1	5,1	4,5	
Agua	18,0	18,6	18,2	
Depreciaciones de Maquinaria	240,5	240,5	240,5	
Mantenimiento	48,1	48,1	48,1	
Seguro	120,2	120,2	120,2	Promedio
Costo Total	3716,3	3725,6	3719,7	3720,5
Costo por unidad (Fundas de Leche)	1,3	1,1	1,2	1,2

Material	Consumo	Precio (USD)	Total
Leche	4500	0,42	1890

	Rep I	Rep II	Rep III	
	Dólares			
Sueldo de Ayudante	492,7	492,7	492,7	
Sueldo De Ayudante	492,7	492,7	492,7	
Sueldo Jefe de Producción	695,8	695,8	695,8	
Gastos				
Mat Plásticos	103,1	97,1	89,9	
Reactivos	287,2	287,2	287,2	
Energía eléctrica	21,4	14,4	15,0	
Agua	40,4	21,5	25,3	
Depreciaciones de Maquinaria	240,5	240,5	240,5	
Mantenimiento	48,1	48,1	48,1	
Seguro	120,2	120,2	120,2	Promedio
Costo Total	4432,0	4400,1	4397,4	4409,8
Costo por unidad (Fundas de Leche)	0,9	0,9	1,0	0,9

- Cálculos de los sueldos del personal

Sueldo Mínimo Obreros

4248	Sueldo Anual
424,8	10% del Sueldo Anual IEES
354	Décimo Tercero
354	Décimo Cuarto
177	Vacaciones (50%)
354	Fondos De Reserva
5911,8	Total del Sueldo Anual
492,65	Sueldo Mensual de un Obrero Real
2,874	Sueldo Obrero Por Hora
0,048	Sueldo Por minuto

Sueldo Jefe de Producción

6000	Sueldo Anual
600	10% del Sueldo Anual IEES
500	Decio Tercero
500	Décimo Cuarto
250	Vacaciones (50%)
500	Fondos De Reserva
8350	Total del Sueldo Anual
	Sueldo Mensual de un Jefe de
695,83	Producción
4,060	Sueldo Por hora
0,068	Sueldo Por minuto

- Datos de Referencia de costos de usados sobre materias primas.

Datos De Referencia			
Sueldo Mínimo al mes		354	dólares/mes
Costo de kWh		0,088	Dólares/kW/hora
Costo de m3 de agua		0,72	dólares/m3
Caudal agua	22,4	lt/min	
Fundas Plásticas		30 kg	100 dólares
		3,33 dólares/kg	

ANEXO 2A

Costos de la Pasteurización en Lotes

- Costeo de producción

Material	Consumo	Precio (USD)	Total
Leche	1500	0,42	630

	Rep I	Rep II	Rep III	
	dólares			
Sueldo de Ayudante	492,7	492,7	492,7	
Sueldo De Ayudante	492,7	492,7	492,7	
Sueldo Jefe de Producción	695,8	695,8	695,8	
Gastos				
Mat Plásticos	24,6	31,8	31,8	
Reactivos	287,2	287,2	287,2	
Energía eléctrica	1,5	1,2	1,3	
Agua	20,4	24,0	24,0	
Depreciaciones de Maquinaria	288,9	288,9	288,9	
Mantenimiento (2%)	57,8	57,8	57,8	
Diésel	150,8	122,1	130,4	
Seguro (5%)	144,5	144,5	144,5	Promedio
Costo Total	3286,8	3268,5	3276,9	3277,4
Costo por unidad (Fundas de Leche)				2,3

Material	Consumo	Precio (USD)	Total
Leche	3000	0,42	1260

	Rep I	Rep II	Rep III	
	Dolares			
Sueldo de Ayudante	492,7	492,7	492,7	
Sueldo De Ayudante	492,7	492,7	492,7	
Sueldo Jefe de Producción	695,8	695,8	695,8	
Gastos				
Mat Plásticos	58,1	61,7	59,9	
Reactivos	287,2	287,2	287,2	
Energía eléctrica	2,6	2,6	2,7	
Agua	21,9	26,9	24,2	
Depreciaciones de Maquinaria	288,9	288,9	288,9	
Diésel	135,2	125,4	126,1	
Mantenimiento 2%	57,8	57,8	57,8	
Seguro 5%	144,5	144,5	144,5	Promedio
Costo Total	3937,3	3936,0	3932,3	3935,2
Costo por unidad (Fundas de Leche)				1,3

Material	Consumo	Precio (USD)	Total
Leche	4500	0,42	1890

	Rep I	Rep II	Rep III	
	dólares			
Sueldo de Ayudante	492,7	492,7	492,7	
Sueldo De Ayudante	492,7	492,7	492,7	
Sueldo Jefe de Producción	695,8	695,8	695,8	
Gastos				
Mat Plásticos	105,5	119,9	111,5	
Reactivos	287,2	287,2	287,2	
Energía eléctrica	3,1	3,4	3,1	
Agua	27,9	21,0	23,6	
Depreciaciones de Maquinaria	288,9	288,9	288,9	
Diésel	336,5	339,9	336,7	
Mantenimiento 2%	57,8	57,8	57,8	
Seguro 5%	144,5	144,5	144,5	Promedio
Costo Total	4822,5	4833,7	4824,3	4826,8
Costo por unidad (Fundas de Leche)				
	0,9	0,8	0,9	0,9

- Cálculos energéticos de las maquinas utilizadas.

50 lt

Máquina	kw	Horas I	Horas II	Horas III	Kw/h	kW/h II	kW/h III	USD	USD II	USD III
Caldero	0,6000	0,4492	0,4417	0,4442	0,2695	0,2650	0,2665	0,0237	0,0233	0,0235
Bomba Azul	0,6000	0,4428	0,2822	0,2944	0,2657	0,1693	0,1766	0,0234	0,0149	0,0155
Motor de Empacadora	0,7500	0,0442	0,0461	0,0444	0,0331	0,0346	0,0333	0,0029	0,0030	0,0029
Total del Gasto Energético								0,0500	0,0413	0,0419

100 lts

Máquina	kw	Horas I	Horas II	Horas III	Kw/h	kW/h II	kW/h III	USD	USD II	USD III
Caldero	0,600	0,650	0,751	0,715	0,390	0,451	0,429	0,034	0,040	0,038
Bomba Azul	0,600	0,665	0,667	0,669	0,399	0,400	0,402	0,035	0,035	0,035
Motor de Empacadora	0,750	0,267	0,203	0,240	0,200	0,152	0,180	0,018	0,013	0,016
Total del Gasto Energético								0,087	0,088	0,089

150 lts

Máquina	kw	Horas I	Horas II	Horas III	Kw/h	kW/h II	kW/h III	USD	USD II	USD III
Caldero	0,600	1,301	1,254	1,299	0,780	0,753	0,780	0,069	0,066	0,069
Bomba Azul	0,600	0,460	0,503	0,475	0,276	0,302	0,285	0,024	0,027	0,025
Motor de Empacadora	0,750	0,163	0,313	0,164	0,122	0,235	0,123	0,011	0,021	0,011
Total del Gasto Energético								0,104	0,113	0,104

- Calculo del agua utilizada

50

Rep I

Máquina	Litros	m3	Consumo USD
Tanque Enfriamiento	100		
Empacadora	4,41667		
Hielo	50		
Tanque de agua Caldero	500		
Limpieza	291,2		
Total	945,61667	0,94561667	0,680844002

Rep II

Máquina	Litros	m3	Consumo USD
Tanque Enfriamiento	100		
Empacadora	4,61111		
Hielo	50		
Tanque de agua Caldero	500		
Limpieza	458,304		
Total	1112,91511	1,11291511	0,801298879

Rep III

Máquina	Litros	m3	Consumo USD
Tanque Enfriamiento	100		
Empacadora	4,4444		
Hielo	50		
Tanque de agua Caldero	500		
Limpieza	492,8		
Total	1147,2444	1,1472444	0,801298879

100

Rep I

Máquina	Litros	m3	Consumo USD
Tanque Enfriamiento	100		
Empacadora	26,6667		
Hielo	50		
Tanque de agua Caldero	500		
Limpieza	336		
Total	1012,6667	1,0126667	0,729120024

Rep I

Máquina	Litros	m3	Consumo USD
Tanque Enfriamiento	100		
Empacadora	20,2778		
Hielo	50		
Tanque de agua Caldero	500		
Limpieza	573,44		
Total	1243,7178	1,2437178	0,895476816

Rep I

Máquina	Litros	m3	Consumo USD
Tanque Enfriamiento	100		
Empacadora	23,9722		
Hielo	50		
Tanque de agua Caldero	500		
Limpieza	448		
Total	1121,9722	1,1219722	0,807819984

Rep I

150

Máquina	Litros	m3	Consumo USD
Tanque Enfriamiento	100		
Empacadora	16,2778		
Hielo	50		
Tanque de agua Caldero	500		
Limpieza	627,2		
Total	1293,4778	1,2934778	0,931304016

Rep II

Máquina	Litros	m3	Consumo USD
Tanque Enfriamiento	100		
Empacadora	18,9444		
Hielo	50		
Tanque de agua Caldero	500		
Limpieza	305,013		
Total	973,9574	0,9739574	0,701249328

Rep III

Máquina	Litros	m3	Consumo USD
Tanque Enfriamiento	100		
Empacadora	16,3889		
Hielo	50		
Tanque de agua Caldero	500		
Limpieza	425,6		
Total	1091,9889	1,0919889	0,786232008

- Calculo de Plástico utilizado y convertido en dólares.

	Rep I	Rep II	Rep III	Peso (kg)	Costo (USD)/kg	Total	Total II	Total III
50	41	53	53	0,006	3,33	0,81918	1,05894	1,05894
100	97	103	100			1,93806	2,05794	1,998
150	176	200	186			3,51648	3,996	3,71628

- Cálculos de depreciación de maquinaria, mantenimiento (2% anual del valor de la maquina) y seguro (5% del valor anual de la maquina).

Maquinaria	Costo	Depreciación Anual	Depreciación Mensual
Tina de Pasteurización Y cuajado	1670	167	13,91666667
Tina de Pasteurización Y cuajado	1670	167	13,91666667
Enfundadora Automática	13780	1378	114,83333333
Caldero Automático	17550,01	1755,00	146,25
Totales	34670,01	3467,00	288,92

- Calculo del costo de reactivo utilizados.

Materiales			
Material	Cantidad	Precio USD	
Agar Nutritivo	500 g	103,04	
Chromocoult	100 g	305	
Agua peptonada	500 g	47	
Hidróxido de Sodio	1000 g	29,12	
Alcohol	1 galón	13	
	1 lt	3,43461	
Placas	50 lt	100 mL	0,106 g

Material	Cantidad I	Precio I	Cantidad II	Precio II	Cantidad III	Precio III
Agar Nutritivo	6,9	1,42195	6,9	1,42195	6,9	1,42195
Chromocoult	2,65	8,0825	2,65	8,0825	2,65	8,0825
Agua peptonada	0,35	0,0329	0,35	0,0329	0,35	0,0329
Hidróxido de Sodio	5,2	0,000161	4,6	0,000142	5	0,000154
Alcohol	10 mL	0,034346	10 mL	0,034346	10 mL	0,034346
	Total	9,571857	Total	9,571838	Total	9,57185

ANEXO 3A

- Datos Físico Químicos de la leche cruda y pasteurizada.

		Repetición I		Repetición II			Repetición III			
		Tipo de Pasteurización	Nombre del examen	Primera repetición	Tipo de Pasteurización	Nombre del examen	Segunda Repetición	Tipo de Pasteurización	Nombre del examen	Tercera Repetición
Pasteurización en Placas	50 litros leche cruda	%Acidez	0,12542%	100 litros leche cruda	%Acidez	0,13971%	50 litros leche cruda	%Acidez	0,13025%	
		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+	
	50 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,137176%	100 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,13951%	50 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,131000%	
	100 litros leche cruda	%Acidez	0,13950%	150 litros leche cruda	%Acidez	0,142276%	100 litros leche cruda	%Acidez	0,13900%	
		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+	
	100 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,137300%	150 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,148156%	100 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,136300%	
	150 litros leche cruda	%Acidez	0,13691%	50 litros leche cruda	%Acidez	0,131547%	150 litros leche cruda	%Acidez	0,13500%	
		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+	
	150 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,138177%	50 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,133124%	150 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,130100%	

		Repetición I		Repetición II			Repetición III			
		Tipo de Pasteurización	Nombre del examen	Primera repetición	Tipo de Pasteurización	Nombre del examen	Segunda Repetición	Tipo de Pasteurización	Nombre del examen	Segunda Repetición
Pasteurización en Batch	100 litros leche cruda	%Acidez	0,13363%	100 litros leche cruda	%Acidez	0,13509%	100 litros leche cruda	%Acidez	0,13100%	
		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+	
	100 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,136998%	100 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,14084%	100 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,13940%	
	50 litros leche cruda	%Acidez	0,13098%	150 litros leche cruda	%Acidez	0,137711%	150 litros leche cruda	%Acidez	0,135500%	
		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+	
	50 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,149600%	150 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,139579%	150 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,133300%	
	150 litros leche cruda	%Acidez	0,13821%	50 litros leche cruda	%Acidez	0,136054%	50 litros leche cruda	%Acidez	0,134000%	
		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+	
	150 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,138066%	50 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,137431%	50 Litros Pasteurizados	%Acidez	0,134900%	

Repetición I			Repetición II			Repetición III		
Tipo de Pasteurización	Nombre del examen	Primera repetición	Tipo de Pasteurización	Nombre del examen	Segunda Repetición	Tipo de Pasteurización	Nombre del examen	Segunda Repetición
100 litros leche cruda	Acidez (°Dornic)	15	100 litros leche cruda	Acidez (°Dornic)	15	100 litros leche cruda	Acidez (°Dornic)	15
	Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+
100 Litros Pasteurizados	Acidez (%)	0,1510%	100 Litros Pasteurizados	Acidez (%)	0,15%	100 Litros Pasteurizados	Acidez (%)	0,15420%
50 litros leche cruda	Acidez (°Dornic)	15	150 litros leche cruda	Acidez (°Dornic)	15	150 litros leche cruda	Acidez (°Dornic)	15
	Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+
50 Litros Pasteurizados	Acidez (%)	0,15%	150 Litros Pasteurizados	Acidez (%)	0,156%	150 Litros Pasteurizados	Acidez (%)	0,152100%
150 litros leche cruda	Acidez (°Dornic)	15	50 litros leche cruda	Acidez (°Dornic)	15	50 litros leche cruda	Acidez (°Dornic)	15
	Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+		Prueba del Alcohol	+
150 Litros Pasteurizados	Acidez (%)	0,15%	50 Litros Pasteurizados	Acidez (%)	0,150500%	50 Litros Pasteurizados	Acidez (%)	0,150%

Maquila

- Resultados de tiempos obtenidos en los procesamientos de la leche.

Pasteurización en Placas (50Lt)			
Tipo de Proceso	Tiempos (Min)		
	Rep I	Rep II	Rep III
Set Up	18	13,24	14,25
Pasteurización	5,21	4,21	5,5
enfundado	3,22	1,41	2,56
Limpieza	14,5	25	20
Tiempo Total	58	60	53

Pasteurización en Batch (50Lt)			
Tipo de Proceso	Tiempos (Min)		
	Rep I	Rep II	Rep III
Pasteurización	26,57	26,3	26,39
Enfundado	2,39	2,46	2,4
Enfriado	23,55	14,1	15
Limpieza	13	20,46	22
Tiempo Total	87	76	80

Pasteurización en Placas (100Lt)			
Tipo de Proceso	Tiempos (Min)		
	Rep I	Rep II	Rep III
Set Up	10,49	22,35	17,23
Pasteurización	9,5	10,5	12,1
enfundado	7,41	7,24	5,35
Limpieza	23	24,33	23,5
Tiempo Total	62	68	65

Pasteurización en Batch (100Lt)			
Tipo de Proceso	Tiempos (Min)		
	Rep I	Rep II	Rep III
Pasteurización	39	45,04	42,53
Enfundado	16	12,1	14,23
Enfriado	23,55	27,5	25,47
Limpieza	15	25,36	20
Tiempo Total	116	110	112

Pasteurización en Placas (150Lt)			
Tipo de Proceso	Tiempos (Min)		
	Rep I	Rep II	Rep III
Set Up	13,14	17,52	17,4
Pasteurización	17,58	18,42	18,05
enfundado	10,38	10,13	8,09
Limpieza	69	30	38
Tiempo Total	128	86	90

Pasteurización en Batch (150Lt)			
Tipo de Proceso	Tiempos (Min)		
	Rep I	Rep II	Rep III
Pasteurización	78,02	75,16	77,57
Enfundado	9,46	11,22	9,5
Enfriado	17,49	18,48	18,4
Limpieza	28	13,37	19
Tiempo Total	139	135	140

ANEXO 4A

- Descripción de los números de tratamientos usados en las pruebas de separación de medias.

Numero de Tratamiento	Tipo de Proceso	Volumen
1	Maquila	50
2	Maquila	100
3	Maquila	150
4	Past. Por Batch	50
5	Past. Por Batch	100
6	Past. Por Batch	150
7	Past. Por placas	50
8	Past. Por placas	100
9	Past. Por placas	150

- Prueba de separación de medias Duncan para microorganismos mesófilos aerobios.

RMD	RMS	Núm. Medias
2,97	0,50	2
3,12	0,52	3
3,21	0,54	4
3,27	0,55	5
3,32	0,56	6
3,36	0,56	7
3,38	0,57	8
3,4	0,57	9

Tratamientos	Medias
5	2,97
2	3,01
3	3,12
6	3,15
4	3,20
1	3,23
9	3,62
7	3,68
8	3,71

-Comparación de las diferencias entre las medias con los valores de DUNCAN (Rango Mínimo Significativo).

8	RMS	7	RMS	9	RMS	1	RMS	4	RMS	6	RMS	3	RMS	2	RMS
0,74	0,57	0,71	0,57	0,65	0,56	0,26	0,56	0,23	0,55	0,18	0,54	0,15	0,52	0,04	0,50
0,70	0,57	0,67	0,56	0,61	0,56	0,22	0,55	0,19	0,54	0,14	0,52	0,11	0,50		
0,59	0,56	0,56	0,56	0,50	0,55	0,11	0,54	0,08	0,52	0,03	0,50				
0,55	0,56	0,52	0,55	0,47	0,54	0,07	0,52	0,04	0,50						
0,51	0,55	0,48	0,54	0,42	0,52	0,03	0,50								
0,48	0,54	0,45	0,52	0,39	0,50										
0,09	0,52	0,06	0,50												
0,03	0,50														

-Resultados de la prueba de Duncan (Medias más los grupos a los que pertenecen).

Tratamientos	Medias	Grupos
5	2,97	d,e,f,g,h
2	3,01	d,e,f,g,h
3	3,12	b,c,d,e,f,g
6	3,15	a,b,c,d,e,f
4	3,20	a,b,c,d,e
1	3,23	a,b,c,d
9	3,62	a,b,c
7	3,68	a,b
8	3,71	a

-El tratamiento con mayor conteo de microorganismos pertenece a la pasteurización de placas a 100 litros que no es diferente significativamente de la pasteurización en batch a 150 litros. Y el de menor recuento de mesófilos aerobios es el tratamiento de pasteurización de lotes a 100 litros.

ANEXO 4B

- Descripción de los números de tratamientos usados en las pruebas de separación de medias.

Numero de Tratamiento	Tipo de Proceso	Volumen
1	Maquila	50
2	Maquila	100
3	Maquila	150
4	Past. Por Batch	50
5	Past. Por Batch	100
6	Past. Por Batch	150
7	Past. Por placas	50
8	Past. Por placas	100
9	Past. Por placas	150

- Prueba de separación de medias Duncan para costos de producción.

RMD	RMS	Núm. Medias
2,97	11,40	2
3,12	11,98	3
3,21	12,33	4
3,27	12,56	5
3,32	12,75	6
3,36	12,90	7
3,38	12,98	8
3,4	13,06	9

Tratamiento	Medias
1	855
2	1710
3	2565
7	3055,8
4	3277,4
8	3720,5
5	3935,2
9	4409,8
6	4826,4

-Diferencia de las medias de los tratamientos y comparación con los valores DUNCAN (Rango Mínimo Significativo)

6	RMS	9	RMS	5	RMS	8	RMS	4	RMS	7	RMS	3	RMS	2	RMS
3971,4	13,06	3554,8	12,98	3080,2	12,90	2865,5	12,75	2422,4	12,56	2200,8	12,33	1710	11,98	855	11,40
3116,4	12,98	2699,8	12,90	2225,2	12,75	2010,5	12,56	1567,4	12,33	1345,8	11,98	855	11,40		
2261,4	12,90	1844,8	12,75	1370,2	12,56	1155,5	12,33	712,4	11,98	490,8	11,40				
1770,6	12,75	1354	12,56	879,4	12,33	664,7	11,98	221,6	11,40						
1549,0	12,56	1132,4	12,33	657,8	11,98	443,1	11,40								
1105,9	12,33	689,3	11,98	214,7	11,40										
891,2	11,98	474,6	11,40												
416,6	11,40														

Tratamiento	Medias	Grupos
1	855	i
2	1710	h
3	2565	g
7	3055,8	f
4	3277,4	e
8	3720,5	d
5	3935,2	c
9	4409,8	b
6	4826,43	a

-Resultados obtenidos de la prueba de separación de medias de DUNCAN, donde se puede observar que todos los tratamientos son diferentes significativamente; por lo tanto, el tratamiento con menor costo de producción es el de maquila a 50 litros leche y el de mayor costo de producción es el batch a 150 litros de leche