

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Elaboración de un Balance de Masa Para Yogur, Helado, Queso Zamorella y Queso Crema en La Planta de Lácteos de Zamorano

Proyecto especial presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agroindustrial en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

José Humberto Acevedo Román

Honduras
Diciembre, 2005

El autor concede a El Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

José Humberto Acevedo Román

Honduras
Diciembre, 2005

Elaboración de un balance de masa Para Yogur, Helado, Queso Zamorella y Queso Crema en la planta de lácteos de Zamorano

Presentado por:

José Humberto Acevedo Román

Aprobado:

Edward Moncada. M.A.E.
Asesor Principal

Raúl Espinal, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios omnipotente que me guió por el camino correcto y que siempre ha estado conmigo proveyéndome sabiduría, conocimiento y perspicacia.

A mis padres, Domingo Acevedo y Mirna Estela Román por darme apoyo y confianza en todo momento.

A mi familia por su apoyo y consejos en todo momento.

A mi novia Annalisa Caprotti por su apoyo y confianza que me ha brindado por varios años.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por concedernos la vida.

A mis padres por darme estudio y educación.

A mi novia por ser parte importante en mi vida.

Al Ingeniero Edward Moncada por su importante colaboración como asesor principal y su destacada disponibilidad.

Al Doctor Luis Osorio por su colaboración y apoyo técnico.

A los empleados de la planta de lácteos que me apoyaron en mis actividades.

A mis colegas de clase y amigos: Harving Sánchez, Alvaro Rojas, Victor Prado, Santos Calderón y Néstor Zamora por su colaboración.

RESUMEN

Acevedo, José.2004. Elaboración de un Balance de Masa Para Queso Zamorella, Queso Crema, Yogur y Helado en La Planta de Lácteos de Zamorano. Proyecto de graduación del programa de ingeniería en Agroindustria. Zamorano, Honduras. 26 p.

La Planta de Lácteos de la escuela agrícola panamericana El Zamorano al igual que las demás plantas agroindustriales, deben crearse una concepción global del proceso productivo de toda la planta. Para lograr esto, es necesario realizar un balance de masa del cual se obtenga un conocimiento preciso de las cantidades necesarias de cada materia prima, mermas y rendimiento para cada proceso. El principal objetivo de este estudio fue realizar un balance de masa en La Planta de Lácteos de Zamorano para determinar las mermas y rendimiento en el queso Zamorella, queso Crema, yogur y helado. Para cuantificar se pesaron las entradas y salidas en cada punto de los procesos de los cuatro productos. De acuerdo al balance de masa los resultados en porcentaje fueron los siguientes: 90.5% de mermas y 9.5% de rendimiento en queso Zamorella, 88.93% de mermas y 11.05% de rendimiento en queso Crema, 6.13% de mermas y 93.87% de rendimiento en Yogur y 8.2% de mermas con un rendimiento de 91.8% en Helado. Se recomienda dar mantenimiento y revisar diariamente los equipos, antes de iniciar las labores, de esta forma se mantendrá un control que asegure calidad disminuyendo pérdidas, pesar correctamente las materias primas y no calcularlas por observación.

Palabras claves: control, materia prima, mermas, proceso, rendimiento.

Edward Moncada, M.A.E.
Asesor principal

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Hoja de Firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de Cuadros.....	ix
Índice de Figuras.....	x
Índice de Anexos.....	xi
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
1.1.1 Objetivo General.....	1
1.1.2 Objetivos Específicos.....	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 LA LECHE.....	2
2.2 DERIVADOS DE LA LECHE.....	2
2.3 MATERIAS PRIMAS E INSUMOS.....	2
2.4 FLUJO DE PROCESO.....	2
2.5 RESIDUOS.....	3
2.6 RESIDUO SÓLIDO.....	3
2.7 ANÁLISIS DE ENTRADAS Y SALIDAS.....	3
2.8 CONCEPTOS DE BALANCE DE MATERIA.....	4
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
3.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO.....	6
3.2 MATERIALES.....	6
3.3 EQUIPOS.....	6
3.4 METODOLOGÍA.....	7
3.4.1 Estudio preliminar.....	7
3.4.2 Recopilación de datos de ingreso de materia prima al proceso.....	7
3.4.3 Cuantificación de los desperdicios sólidos en el proceso.....	8
3.4.4 Estimación de los desperdicios líquidos.....	8
3.4.5 Rendimientos.....	8
3.4.6 Variables consideradas por producto para la elaboración de los balances.....	8

3.4.7	Elaboración del diagrama del balance de masa de los cuatro productos.....	9
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	9
3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	9
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
4.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	10
4.1.1	Queso Zamorella	10
4.1.2	Queso Crema	11
4.1.3	Yogur	11
4.1.4	Helado.....	12
4.1.5	Beneficio no percibido	13
4.1.6	Entradas y salidas de materia por productos	14
4.2	DIAGRAMAS DEL BALANCE DE MASA POR PRODUCTOS.....	16
5	CONCLUSIONES	20
6	RECOMENDACIONES	21
7	BIBLIOGRAFÍA	22
8	ANEXOS	24

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Análisis de resultados del queso zamorella.	10
2. Análisis de resultados del queso crema	11
3. Análisis de resultados de yogur	12
4. Análisis de resultados del Helado.....	13
5. Entrada y salidas de materia prima en el proceso de queso Zamorella.	14
6. Entradas y salidas de materia prima del proceso de queso Crema	14
7. Entradas y salidas de materia prima del proceso de Yogur.....	14
8. Entradas y salidas de materia prima del proceso del Helado.	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Balance de masa de Queso Zamorella.....	16
2. Balance de masa de Queso Crema.....	17
3. Balance de masa de Yogur	18
4. Balance de masa de Helado.....	19

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Cuadro de estandarización para leche descremada y entera.....	25
2. Cuadro de rendimientos de Queso Zamorella.	26
3. Cuadro de rendimiento de Queso Crema.....	27
4. Cuadro de rendimiento de Yogur.	28
5. Cuadro de rendimiento de Helado.....	29

1. INTRODUCCIÓN

Todos los insumos que entran a un proceso u operación, salen como productos y como residuos. En este sentido, un balance de masa se define como la verificación de la igualdad cuantitativa de masas que debe existir entre los insumos de entrada y los productos y residuos de salida. El balance de masa es aplicable tanto a un proceso como a cada una de las operaciones unitarias. A menudo no es posible identificar todas las salidas, por lo que se incluye una diferencia de masas “no identificada”. Por lo tanto, en un balance de masa, la suma de todas las masas que entran en un proceso u operación, debe ser igual a la suma de todas las masas que salen de dicho proceso u operación (Bolovia-industry, 2004).

Las plantas agroindustriales deben definir sus procesos y objetivos para lograr una buena organización dentro de las mismas, estas tienen que crearse una concepción global del proceso productivo de toda la planta, esto implica realizar un flujo de proceso en donde abarque los procesos de flujo de la materia prima, insumos de los productos y descargas dentro de la planta. Para crear una concepción global del proceso productivo, es necesario realizar un balance de masa del cual se obtenga un conocimiento preciso de las cantidades necesarias de cada material para cada proceso. Con el balance de masa se cuantifica el flujo de residuos que se dan en la planta, que tan grande son, en que pasos del proceso ocurren. Es de una gran ayuda para visualizar en donde se pueden introducir medidas para evitar las emisiones y cuales se pueden aprovechar reduciendo así el desperdicio de materia utilizable y reducir costos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

- Realizar un balance de masa para yogur, helado, queso zamorella y queso crema en la planta de lácteos.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Identificar el rendimiento promedio para queso crema, zamorella, yogur y helado.
- Realizar un diagrama de balance de masa para el queso zamorella, queso crema, yogur y helado.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LA LECHE

Producto íntegro no alterado ni adulterado y sin calostros (primera leche de la vaca después del parto), del ordeño higiénico, regular y completo de las hembras mamíferas sanas y bien alimentadas. La leche se puede considerar el alimento más completo que existe. La composición química de la leche de diferentes especies de animales es semejante, pero no igual. Todas ellas contienen los tres principios inmediatos: glúcidos, lípidos y prótidos, así como vitaminas y sales minerales (Bonidavi, 2005).

2.2. DERIVADOS DE LA LECHE

Los derivados de la leche son la crema, los quesos y la mantequilla. La crema concentra las grasas de la leche y en mayor cantidad aún, la mantequilla, la cual se obtiene al aglomerarse los glóbulos grasos de la nata. Los quesos se preparan coagulando la leche mas o menos desnatada mediante la aplicación del cuajo (en el comercio se vende en pastillas o de forma líquida), que produce la separación de la caseína de la leche. Es buen estimulante de la digestión y facilita la asimilación de grasas y carbohidratos (Terán, 2001).

2.3. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

La materia prima es la leche; los principales insumos son: fermento, cloruro de calcio, cuajo, sal, grasa vegetal, azúcar, frutas, saborizantes, chocolate, manteca, reactivos para el laboratorio, enzimas y bacterias, entre otras (Molinari, 2004).

Los insumos auxiliares son cloro, ácido y bases, detergente, entre otros. También se consideran a los materiales como: mantas para el queso, etiquetas, bolsas plásticas, papel para envoltura, materiales de oficina y laboratorio, escobas, paños, cepillos, entre otros (Molinari, 2004).

2.4. FLUJO DE PROCESO

Según Render y Heizer (1996), las graficas de flujo de proceso estan diseñadas para ayudarnos a entender una secuencia de eventos (es decir, el proceso) a través del cual

viaja un producto. La grafica de flujo de proceso dibuja los pasos del proceso y relación. Este tipo de análisis puede:

- Ayudar a identificar los mejores puntos de recolección de datos.
- Aislar y seguir el origen de los problemas.
- Identificar el mejor lugar para el chequeo del proceso.
- Identificar oportunidades para reducir las distancias recorridas.

2.5. RESIDUOS

En términos sintéticos, puede definirse un residuo como un resto o material resultante de un proceso de producción, transformación o utilización que resulte abandonado o que su poseedor o productor decida abandonar (Maldonado, 2004).

Por tanto, para que un bien o parte de él sea considerado individualmente o socialmente como un residuo, basta que la cantidad demandada para su aprovechamiento sea nula o negativa. Dicho de otra manera, es lo que sobra y/o estorba, en un momento y lugar dado. (Szanto, 1996).

2.6. RESIDUO SÓLIDO

Materiales generados en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación o tratamiento, cuya calidad no permite usarlos nuevamente en el proceso que los generó, que pueden ser objeto de tratamiento y/o reciclaje (Bolivia-industry, 2004).

2.7. ANÁLISIS DE ENTRADAS Y SALIDAS

En una empresa, las oportunidades de mejora pueden surgir en los puntos de producción donde los materiales son almacenados, usados, procesados y transformados. Para reconocer si se esta haciendo un uso adecuado de los insumos y materias primas, es necesario tener muy claras las operaciones y las cantidades en que estos se utilizan. Una herramienta que se utiliza es el balance de entradas y salidas o balance de materias de los recursos utilizados dentro de la planta (TARWI, 2004).

Dentro de una empresa láctea, los recursos necesarios para la transformación de materia prima pueden controlarse en puntos diferentes:

- En el punto de entrada respecto al balance (equilibrio) o sea, desde el momento en que se compra.
- El punto en el que usan la maquina, en la unidad de producción y en la salida de la unidad de producción, como producto terminado.

- Cuando pasa de una operación a otra. .

La evaluación de entradas y salidas puede delimitarse a un proceso completo o a una selección de operaciones unitarias, entendiéndose como el proceso o equipo en el lugar donde se introducen las materias primas e insumos, ocurre el proceso y se extraen los materiales, posiblemente en diferente forma, estado y composición. Las operaciones unitarias son plasmadas en un diagrama de flujo que muestra la secuencia e interrelación entre ellas, así como las entradas y salidas en cada operación (TARWI, 2004).

El diagrama de flujo tiene como objetivo presentar de forma global los materiales usados, ilustrar las áreas principales y secundarias del proceso, identificar los puntos de origen, uso y tratamiento de las materias primas y procesadas, de manera tal que se puedan interpretar rápida y fácilmente (Hoverland, 2003).

2.8. CONCEPTOS DE BALANCE DE MATERIA

En la industria alimentaria se llevan a cabo procesos físicos y procesos químicos. En los primeros se realizan las transformaciones de los materiales sin cambio en la estructura molecular de los mismos, es decir se conservan las propiedades de los materiales originales que ingresan al proceso (UACJ, 2004).

En los segundos se produce reacción química que corresponde a un consumo de reactivos para generar productos con una nueva estructura molecular y diferentes propiedades con respecto a los materiales originales (UACJ, 2004).

Para realizar el Balance de Materia de los procesos físicos se aplica la siguiente ecuación:

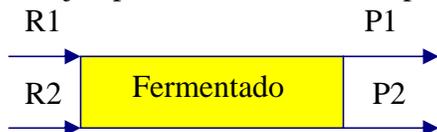
$$\text{Materiales que entran a un proceso} = \text{Materiales que salen del proceso} \quad [1]$$

El Balance de materia es como se ilustra en la ecuación [2]:



$$M1 + M2 = M3 \quad [2]$$

Otro ejemplo es la fermentación para mostrar en proceso químico:



El Balance de materia se establece desde el consumo de reactivos igual a la generación de productos como se muestra en la ecuación [3]:

$$R1+R2=P1+P2 \quad [3]$$

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en la localidad de la planta de lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano”, localizada en el valle de Yeguaire, 32 km al este de la ciudad de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, C.A.

3.2. MATERIALES

- Libreta de apuntes.
- Recipiente para leche y agua.
- Botas de hule.
- Casco.
- Gabacha.
- Redecilla para pelo.
- Bolsas plásticas.
- Recipiente para ingredientes.
- Resma de papel.
- Lapiceros.
- Disquetes.
- Computadora.
- Impresora.

3.3. EQUIPOS

- Balanza o pesa.
- Tina para queso de 4000 litros.
- Tina para queso de 200 litros.
- Pasteurizador por tandas.
- Maquina para helados.
- Homogenizador.
- Enfriador por placas.
- Maquina envasadora de yogur.
- Maquina picadora de quesos.

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Estudio preliminar

La planta de lácteos de Zamorano carece de un método preciso para determinar la cantidad de leche descremada y entera que ingresa al proceso de yogur y helado. Es por eso que se estandarizó el pasteurizador por tandas en donde se precalienta y elabora la mezcla para el yogur y helado. Para realizar el cuadro de estandarización, se utilizó agua, baldes graduados en litros y una regla graduada de acero inoxidable. El cuadro refleja los volúmenes en litros, peso en kilos y la equivalencia numérica en la regla de acero inoxidable. Para determinar el peso de la leche se multiplicó el volumen en litros por la densidad correspondiente al tipo de leche, ya sea descremada o entera. Para saber una cantidad determinada de peso de leche, se interpoló el dato de volumen con respecto los datos más cercanos de peso deseado.

3.4.2. Recopilación de datos de ingreso de materia prima al proceso

Para recopilar los datos de ingreso de materia prima en el proceso de elaboración de queso Zamorella, se pesaron los ingredientes con una balanza digital. En el caso de la leche que ingresó al proceso, se utilizó una regla graduada diseñada específicamente para saber el volumen de la leche en la tina de quesos. Los ingredientes adicionados a través del proceso fueron pesados en la misma balanza electrónica.

Para el caso del queso crema, se utilizó el mismo método para medir la leche en la tina de queso. Los ingredientes fueron pesados al inicio del proceso con la balanza electrónica de la planta, ya que no hubo otra adición de ingredientes en el transcurso del proceso.

Para el proceso de yogur y helados, los cuales fueron muy similares, para saber la cantidad de leche entera en el caso del yogur y leche descremada en el caso del helado, se tuvo que estandarizar el pasteurizador por tandas en donde se elabora la mezcla de los dos productos, ya que se carecía de un método preciso para determinar la cantidad y peso de la leche fluida que ingresaba al proceso. Este método consiste en utilizar una regla graduada de acero inoxidable e introducirla dentro del pasteurizador cuando la leche fluida haya ingresado dentro del mismo, posteriormente se procede a leer la lectura de la regla graduada he indicar en un cuadro elaborado de estandarización la cantidad de litros que representa el numero de la regla graduada. La cantidad de litros es multiplicada por la densidad de la leche a la temperatura en que se encuentra para saber el peso que esta representa en kilos. Así se obtiene una cantidad en litros y en kilos mas precisa de la leche que entra en proceso. A la vez, para determinar la cantidad deseada en litros o kilos de leche se interpoló relacionado los datos más cercanos a las cantidades deseadas. Los pesos de los demás ingredientes utilizados en el transcurso del proceso y al final del mismo se obtuvieron con la balanza de la planta.

3.4.3. Cuantificación de los desperdicios sólidos en el proceso

Los datos de desperdicios sólidos para el queso zamorella, se obtuvieron mediante la recolección manual de los residuos después del picado de la cuajada para ser fundida. Después del fundido se recolectaron los residuos después del enfriado y solidificación de los mismos en la tina de fundido, raspando con una espátula de plástico las superficies de la tina para ser pesadas posteriormente. En el caso de queso crema, los desperdicios sólidos fueron recolectados después del corte antes del proceso de empaque. Los desperdicios fueron recolectados en una bolsa plástica al igual que en el queso zamorella, para luego ser pesados.

En el caso del yogur, se recolectaron residuos semisólidos dentro de los yogos. Estos residuos formaban parte del producto final restante del proceso de envase. En el Helado, los residuos semisólidos se obtuvieron mediante la diferencia entre la cantidad de producto que entro a la maquina de sobre aumento y a la salida de la misma.

3.4.4. Estimación de los desperdicios líquidos

En la estimación de los desperdicios líquidos para los quesos crema y zamorella, se obtuvieron mediante la relación entre la entrada de materia prima antes del desuerado y la salida de producto después del desuerado. Para el yogur y el helado, todos los desperdicios líquidos, fueron estimados mediante la diferencia entre la cantidad de mezcla que entró a pasteurización y la salida de mezcla después de homogenización.

3.4.5. Rendimientos

La obtención del rendimiento en los cuatro productos, se logró mediante la estimación total de materia prima que ingresó en todo el proceso y la cantidad de producto terminado a la salida del mismo. El producto terminado representó un porcentaje de la cantidad total de ingredientes o entradas en el proceso, el rendimiento entonces resulto en el porcentaje de producto terminado en relación con las entradas totales en el proceso.

3.4.6. Variables consideradas por producto para la elaboración de los balances

En este estudio las variables consideradas en el queso crema fueron: cloruro de calcio, cuajo, cultivo, sal, producto final, perdida de producto en corte, cantidad de leche destinada al producto, peso total de ingredientes, rendimiento, suero y otros. Para el queso zamorella se consideraron las variables: sorbato de potasio, citrato, sal, cultivo, cuajo, cloruro de calcio, cantidad de producto final, suero y otros, perdida en fundición, perdida de producto en corte, cantidad de leche destinada al producto, cantidad total de ingredientes y rendimiento.

En el proceso de yogur se evaluaron: azúcar, leche en polvo, leche entera, leche descremada, estabilizador, peso total de la mezcla, peso de la mezcla post-homogenización, pérdida de mezcla post-homogenización, sorbato, colorante, cultivo, saborizante (fruta), peso de la mezcla con sabores, peso total de ingredientes, peso del producto final, pérdida post-envase y rendimiento. Para el proceso de helado se evaluaron: leche estandarizada, azúcar, leche en polvo, estabilizador, peso total de la mezcla, peso de la mezcla post-homogenización, pérdida de mezcla post-homogenización, saborizante (fruta), colorante/esencia, peso de la mezcla con saborizante, peso total de ingredientes, peso del producto final, pérdida de producto post-envase y rendimiento.

3.4.7. Elaboración del diagrama del balance de masa de los cuatro productos

Para la elaboración de los diagramas de balance de masa, se utilizó el programa “Microsoft Visio 2003“. Para esto, se utilizaron los promedios de las variables evaluados para proyectarlos dentro de los diagramas y proporcionar una concepción global del proceso productivo.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó un muestreo estadístico al azar para el queso crema, zamorella, yogur y helado.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se uso el programa SAS ® 2003 .Se realizó un análisis univariado de las cuatro repeticiones del queso crema, queso zamorella, yogur y helado procesados en la planta de lácteos del Zamorano para elaborar un balance de masa individual por cada producto.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.1.1. Queso Zamorella

En los resultados del procesamiento de queso zamorella (cuadro 1), se observan las medias y las desviaciones estándares por ingredientes. La variación en las pérdidas por corte antes de fundición y pérdidas por fundición es causada por el tipo y eficiencia del equipo utilizado en la etapa del proceso. El total de mermas fue de 90.5% incluyendo suero, pérdida en fundición y pérdida en corte. El rendimiento obtenido fue de 9.5 %.

En un estudio realizado por Molina (2005)¹, encontró que el rendimiento máximo de queso Zamorella bajo métodos tradicionales de producción fue de 9.5%. La diferencia en rendimiento fue de 0% en comparación con el estudio.

Cuadro-1. Análisis de resultados del queso zamorella.

Variable	Media %
Sorbato	0.006 ± 0.003
Citrato	0.087 ± 0.046
Sal	0.097 ± 0.045
Cultivo	0.003 ± 0.003
Cuajo	0.007 ± 0.003
Cloruro	0.047 ± 0.037
Cant. Producto final	9.50 ± 0.335
Suero y otros	90.35 ± 0.394
Perdada en fundición	0.064 ± 0.030
Perdida en corte	0.047 ± 0.026
Cant. De leche destinada	99.71 ± 0.075
Cant total de ingredientes	100.0 ± 0
Rendimiento	9.5 ± 0.355

¹ Entrevista personal con Ing. Jorge Molina, Gerente de producción LACTOLAID.

4.1.2. Queso Crema

Las pérdidas en corte están relacionadas a la eficiencia del corte del queso como producto final antes del empaclado. Las pérdidas totales en el proceso fueron de 88.93% incluyendo suero y pérdidas en corte (ver cuadro 2). El rendimiento obtenido fue de 11.05%. Según Revilla (2004)², el rendimiento promedio esperado del queso crema bajo condiciones tradicionales de procesamiento es de 12%.

La diferencia entre rendimiento es 0.95% esto se debe a que las temperaturas utilizadas para la obtención del cuajo en la tina del procesamiento del queso crema ascendieron a 35 ° C. Esto implica un mayor porcentaje de desuerado dando como resultado una baja en rendimiento.

Cuadro 2. Análisis de resultados del queso crema.

Variable	Media %
Cloruro de calcio	0.0781 ± 0.0002
Cuajo	0.0095 ± 0.0001
Cultivo	0.0008 ± 0.0001
Sal	1.9582 ± 0.0016
Cant. Producto final	11.02572 ± 1.7742
Suero y otros	88.6124 ± 1.2793
Pérdida en corte	0.3251 ± 0.2814
Cant. De leche destinada	97.9533 ± 0.0018
Cant. Total de ingredientes	100 ± 0
Rendimiento	11.051 ± 1.7749

4.1.3. Yogur

En el proceso de yogur, los equipos involucrados en las pérdidas post-homogenización y pérdidas pre-envase son: el pasteurizador por tandas, el homogenizador, el enfriador por tandas y la máquina para envase. Las pérdidas totales en post-homogenización y pre-envase fueron de 6.1% con un rendimiento de 93.9%. (ver cuadro 3). De acuerdo con Vargas (2005)³, el rendimiento promedio del yogur elaborado bajo las mismas condiciones de proceso es de aproximadamente 97%.

² Entrevista personal con Ing. Aurelio Revilla.

³ Entrevista personal con Ing. José Luis Vargas, Gerente de producción Planta de Lácteos Zamorano.

Cuadro 3. Análisis de resultados de yogur.

Variable	Media %
Azúcar	7.549 ± 0.056
Leche en polvo	4.795 ± 0.035
Leche entera	49.885 ± 5.579
Leche descremada	34.559 ± 5.689
Estabilizador	0.444 ± 0.003
Peso total de la mezcla	97.234 ± 0.065
Peso post-homo.	93.223 ± 2.603
Perdida post-homo.	3.975 ± 2.649
Sorbato	0.044 ± 0.0003
Colorante	0.012 ± 0.0024
Cultivo	0.355 ± 0.0026
Saborizante (fruta)	2.353 ± 0.063
Peso con sabores	96.027 ± 2.648
Peso total ingredientes	100 ± 0
Peso producto final	93.875 ± 2.038
Perdida pre-envase	2.142 ± 1.335
Rendimiento	93.875 ± 2.038

4.1.4. Helado

En el proceso del Helado las pérdidas pos-homogenización y pre-envase, están directamente relacionadas a la eficiencia, equipo utilizado y el procesamiento. En la pérdida post homogenización los equipos involucrados en dicha pérdida son: el pasteurizador por tandas, el homogenizador y el enfriador por placas.

En las pérdidas pre-envase el equipo relacionado a las pérdidas es el incorporador de aire para la mezcla de helado. El total de pérdidas post-homogenización y pre-envase fue de 8.2%. El rendimiento obtenido es de 91.8%. Según Vargas (2005)⁴, el rendimiento promedio del helado con las mismas características de proceso que el elaborado en la planta de lácteos de Zamorano, es de aproximadamente 95%.

⁴ Entrevista personal con Ing. José Luis Vargas, Gerente de producción Planta de Lácteos Zamorano.

Cuadro -4. Análisis de resultados del Helado.

Variable	Media %
Leche estandarizada	77.02 ± 0.52
Azúcar	12.43 ± 0.34
Leche en polvo	2.21 ± 0.06
Estabilizador	0.26 ± 0.007
Peso total de la mezcla	91.94± 0.18
Peso post-homo.	91.39 ± 0.34
Perdida post-homo.	0.53 ± 0.28
Saborizante (fruta)	7.08 ± 0.51
Colorante/esencia	0.41 ± 0.16
Peso con saborizante	99.44 ± 0.28
Peso total ingredientes	100 ± 0
Peso producto final	91.77 ± 3.77
Perdida pre-envase	7.67 ± 3.69
Rendimiento	91.80 ± 3.86

4.1.5. Beneficio no percibido

En el estudio realizado, se observó que las mayorías de las mermas en el proceso de los cuatro productos no eran reutilizables, con la excepción de las mermas en corte de queso crema y queso Zamorella. Las mermas en corte de queso Zamorella, son utilizadas para la elaboración de queso Procesado y las mermas en corte de queso Crema son empacadas y vendidas como recortes de queso teniendo estas un costo de L. 25.50 la libra. En el caso del suero que sale del proceso de queso Crema y Zamorella, este es desechado y enviado a través del desagüe de la escuela. Si se multiplica el promedio del volumen total en litros de suero que salio del las cuatro repeticiones del queso Crema y Zamorella por el precio máximo por litro el cual es L. 0.30, se obtiene un beneficio no percibido de 637.47 Lempiras. Este beneficio se percibiría al vender el suero a empresas procesadoras de suero que lo utilizan como materia prima en sus procesos.

4.1.6. Entradas y salidas de materia por productos

Cuadro 5. Entrada y salidas de materia prima en el proceso de queso Zamorella.

Entradas	%	Salidas	%
Sorbato	0.006	Producto final	9.5
Citrato	0.09	Mermas	90.5
Sal	0.097		
Cultivo	0.005		
Cuajo	0.007		
Cloruro	0.047		
Cantidad de leche destinada al producto	99.71		
	100%		100%

Cuadro 6. Entradas y salidas de materia prima del proceso de queso Crema.

Entradas	%	Salidas	%
Cloruro de calcio	0.0781	Producto final	11.05
Cuajo	0.0095	Mermas	88.93
Cultivo	0.0008		
Sal	1.9582		
Cantidad de leche destinada al producto	97.9533		
	100%		100%

Cuadro 7. Entradas y salidas de materia prima del proceso de Yogur.

Entradas	%	Salidas	%
Azúcar	7.55	Producto final	93.87
Leche en polvo	4.80	Mermas	6.13
Leche entera	49.89		
Leche descremada	34.56		
Estabilizador	0.44		
Sorbato	0.04		
Colorante	0.01		
Cultivo	0.36		
Saborizante (fruta)	2.35		
	100%		100%

Cuadro 8. Entradas y salidas de materia prima del proceso del Helado.

Entradas	%	Salidas	%
Leche estandarizada	77.6	Producto final	91.8
Azúcar	12.43	Mermas	8.2
Leche en polvo	2.21		
Estabilizador	0.26		
Saborizante (fruta)	7.08		
Colorante/esencia	0.41		
	100%		100%

4.2. DIAGRAMAS DEL BALANCE DE MASA POR PRODUCTOS

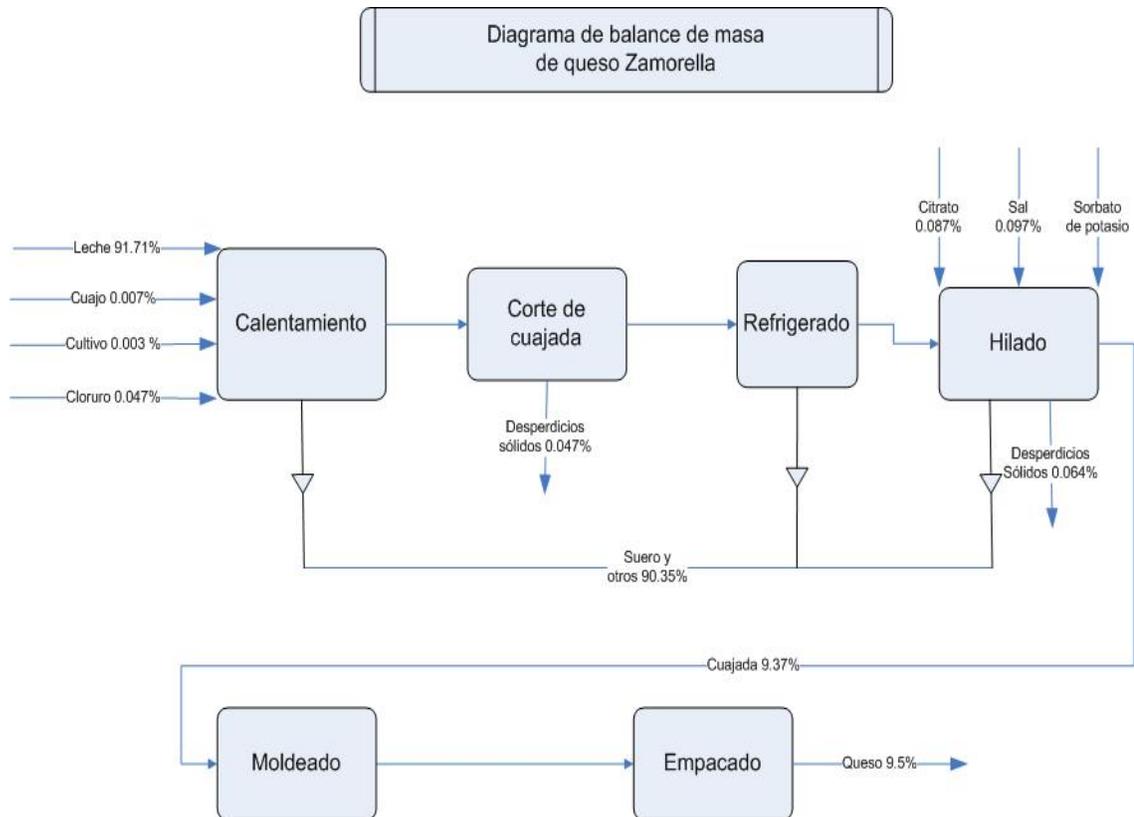


Figura 1. Balance de masa de Queso Zamorella.

En el diagrama de balance masa de queso Zamorella, se puede obtener una panorámica de los datos de materia prima que ingresan en cada parte del proceso, al igual que la cantidad de materia prima que sale del mismo. En la etapa de calentamiento el equipo que se utilizó fue la tina para queso de 4000 litros. Fue el primer paso del proceso y en donde entra la mayor cantidad de materia. Las flechas indican el porcentaje de ingredientes que entran en cada paso del proceso y a la vez el porcentaje de salida. En la gráfica se puede apreciar que en la etapa de calentamiento es en donde más merma se obtiene, debido a la cantidad de suero que sale.

El suero que salió del proceso de hilado y refrigerado, fue estimado junto con el suero que salió de calentamiento, ya que de esta forma fue más fácil obtener el total de suero. El equipo que se utilizó fue: la tina de 4000 litros, la tina de 200 litros, la cortadora de cuajada y la cortadora para empaque de queso.

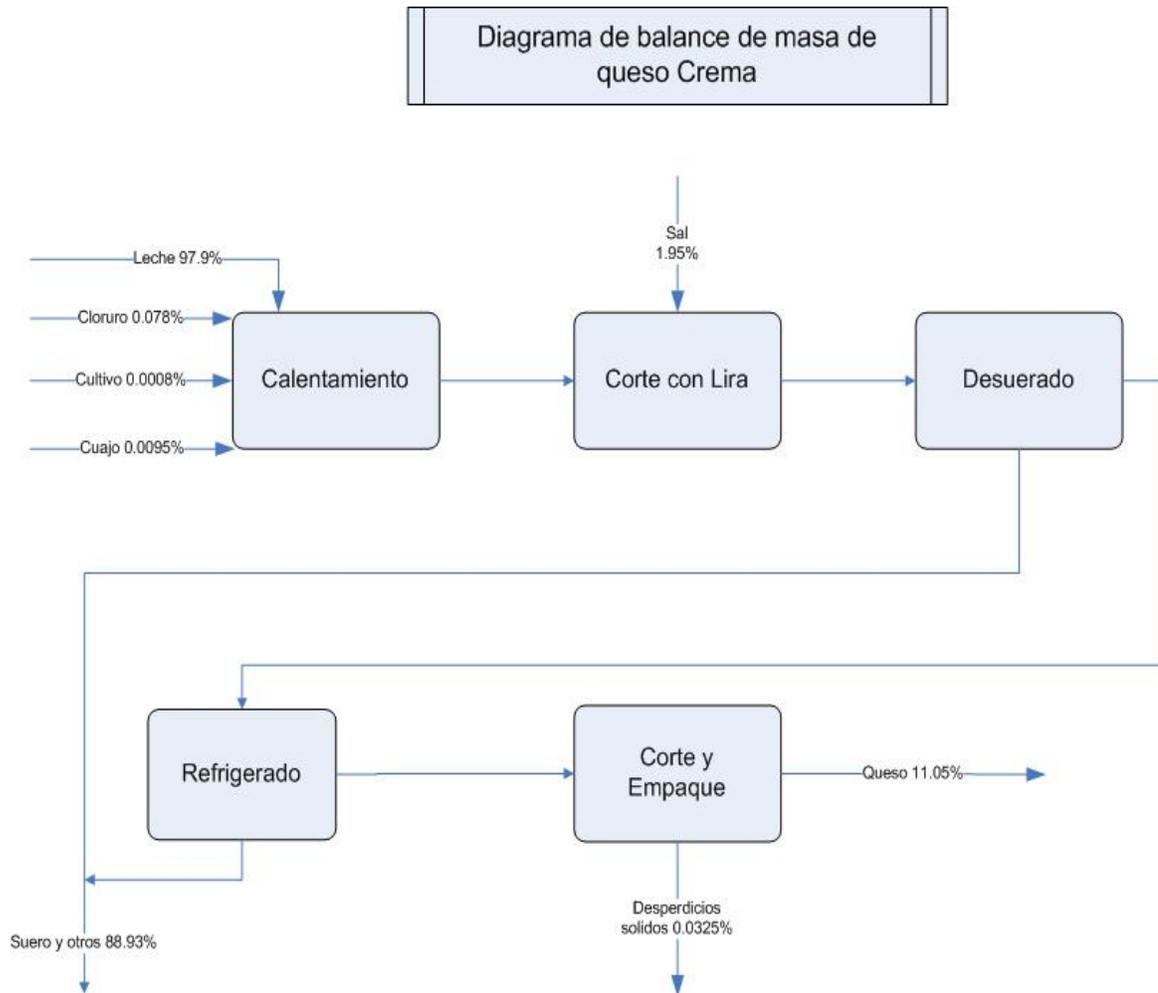


Figura 2. Balance de masa de Queso Crema.

En el diagrama de queso crema se observa, la diferencia en el proceso con el queso zamorella. También se aprecia a través del sentido de las flechas la cantidad de materia prima que entra y sale en los diferentes puntos del proceso. El suero total fue estimado mediante la sumatoria del suero que sale de calentamiento y refrigeración. El equipo utilizado fue la tina de 400 litros.

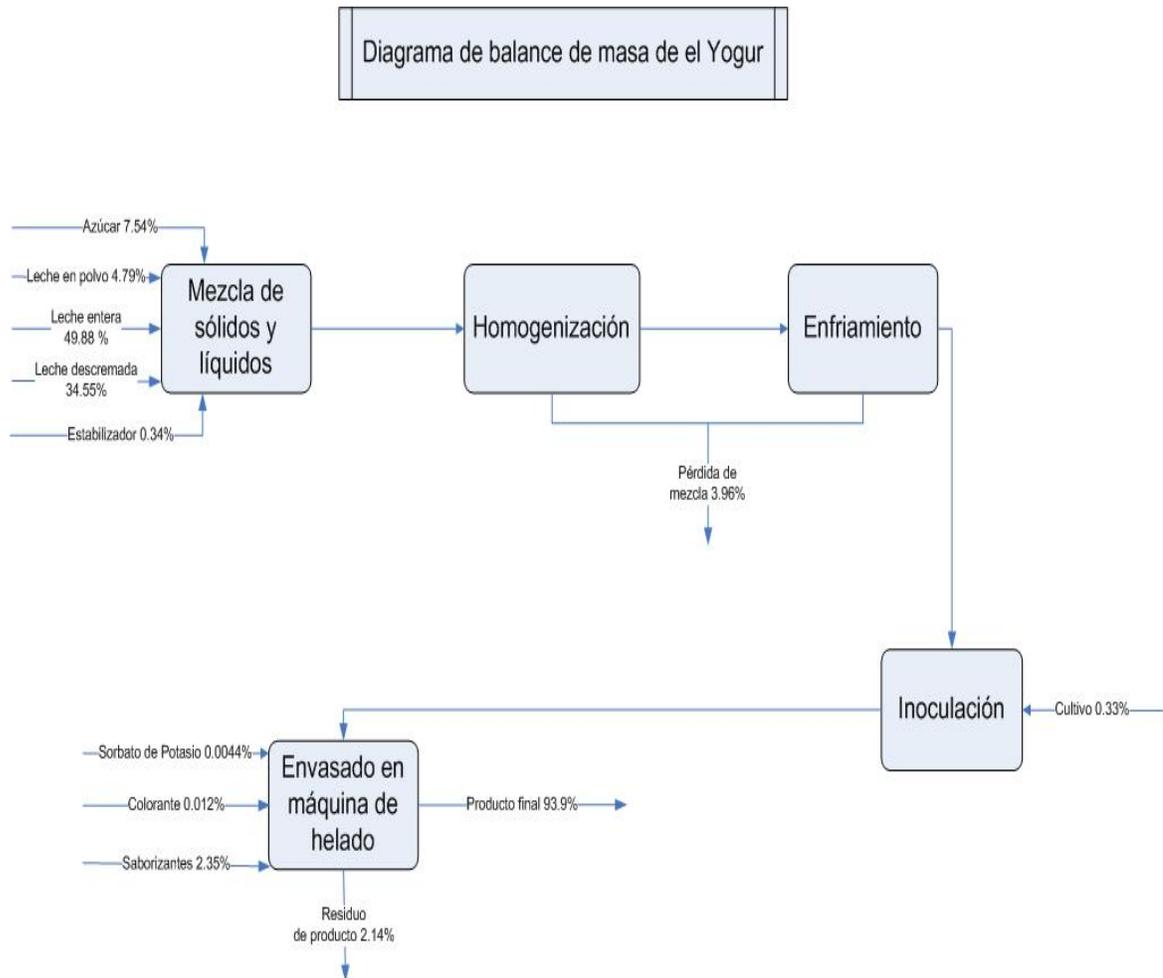


Figura 3. Balance de masa de Yogur.

En el proceso de yogur, se aprecia por medio del diagrama la mayor variedad de materia prima que se utilizó a diferencia del proceso de queso zamorella y queso crema. La dirección de las flechas muestra las entradas y salidas en los diferentes puntos del proceso al igual que en los diagramas anteriores. Son apreciables las mermas que se produjeron en el homogenizado, enfriamiento y envasado. El equipo que se utilizó fue: homogenizador, enfriador por placas, pasteurizador por tandas y maquina para envasado de yogur.

Diagrama de balance de masa de el Helado

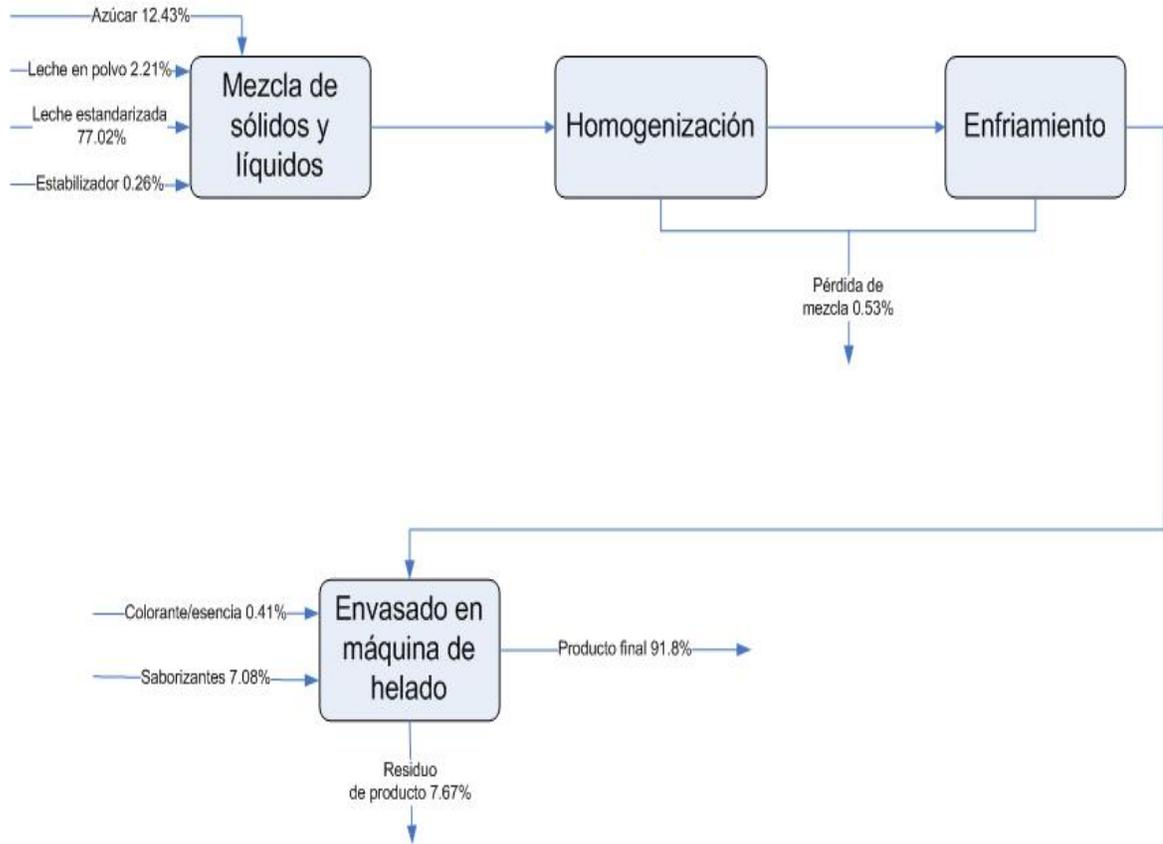


Figura 4. Balance de masa de Helado.

En el diagrama de balance de masa para helado se aprecia la similitud en el proceso de yogur. Una vez más la dirección de las flechas indica las entradas y salidas de materia prima que se evaluaron en los diferentes puntos del proceso. El equipo que se utilizó fue: pasteurizador por tandas, homogenizador, enfriador por placas y máquina para helado.

5. CONCLUSIONES

- Se concluyó que los rendimientos obtenidos en el estudio fueron: 9.5% en queso zamorella, 11.05% en queso crema, 93.9% en yogur y 91.8% en helado.
- Los diagramas de balance de masa elaborados, muestran en forma panorámica el proceso productivo del queso zamorella, queso crema, yogur y helado.
- Las cantidades de mermas obtenidas en los procesos de yogur y helado provienen de la etapa de precalentamiento de la mezcla, post-homogenización y envasado.
- Las mermas en queso zamorella de 90.5% y 88.93% en queso crema provienen del desuerado y corte.

6. RECOMENDACIONES

- Poner en práctica el cuadro de estandarización realizado, cada vez que se elabore mezcla de yogur y helado para asegurar las cantidades de leche correctas.
- Pesarse correctamente las materias primas y no calcular por observación las cantidades de masa y volumen.
- Dar mantenimiento y revisar diariamente los equipos, antes de iniciar las labores, porque de esta forma se mantendrá un control que asegure calidad disminuyendo pérdidas.
- Realizar un estudio detallado de los costos involucrados de las pérdidas de materias en los diferentes productos.
- Implementar un método exacto de graduación interna del pasteurizador por tandas para calcular las cantidades de leche que ingresan en los procesos de yogur y helado.

7. BIBLIOGRAFÍA

BOLIVIA-INDUSTRY. 2004. Balance de Masa (en línea) Consultado el 15 de Septiembre del 2005. Zamorano, Honduras. Disponible en:

<http://www.bolivia-industry.com/sia/index2.htm>

BONIDAVI. 2005. Grupo de la Leche (en línea) Consultado el 2 de Noviembre del 2005. Zamorano, Honduras. Disponible en: <http://es.geocities.com/bonidavi/nutri08.html>

HOVERLAND, 2003. Descubriendo la ciencia. (en línea). Consultado el 25 de Octubre de 2005. Zamorano, Honduras. Disponible en:

http://www.agronomia.uchile.cl/extension/explora2003/quienes_somos.htm

MALDONADO, 2004. Residuos Industriales (en línea). Consultado el 26 de Octubre de 2005. Zamorano, Honduras. Disponible en: <http://www.irma.ufo.cl/slamb/po900.html>

MOLINARI, 2004. Consulta Para la Industria (en línea). Consultado el 15 de Septiembre de 2005. Zamorano, Honduras. Disponible en:

<http://www.mundohelado.com/materiaprima/>

RENDER, B; HEIZER, J. 1996. Principios de Administración de Operaciones. Trad. Por: Mier y Terán. Pearson Educación México, DF. 646 p.

R.L. EARLE.1968. Ingeniería de los alimentos. Las operaciones básicas aplicadas a la tecnología de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 332 p.

SZANTO, 1996. Guía Para la Identificación de Proyectos y Formulación de Estudios de Prefactibilidad Para Manejo de Residuos Sólidos. (en línea). Consultado el 15 de Septiembre de 2005. Disponible en:

<http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/residuos.html>

TARWI, 2004. Balance de materia (en línea). Consultado el 20 de Octubre de 2006. Zamorano, Honduras. Disponible en: <http://tarwi.lamolina.edu.pe/-dsa/Balance.htm>

TERAN, 2001. Flujo de fluidos y balance de masa. (en línea). Consultado el 4 de Febrero de 2004. Zamorano, Honduras. Disponible en:

<http://procesos.netfirms.com/informe/procesos.html>

UACJ, 2004. Balance de masa (en línea). Consultado el 22 de Octubre de 2005.
Zamorano, Honduras. Disponible en:

<http://www.docentes.uacj.mx/lcamacho/introduccion.htm>

8. ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de estandarización para leche descremada y entera.

Leche Descremada			Leche Entera		
Litros	Kilos	Regla	Litros	Kilos	Regla
18.8	19.5	7	18.8	19.4	7
20	20.7	7.5	20	20.6	7.5
25	25.9	9.5	25	25.8	9.5
30	31.1	11.3	30	31.0	11.3
35	36.2	12.7	35	36.1	12.7
37.6	38.9	13	37.6	38.8	13
40	41.4	13.4	40	41.3	13.4
60	62.1	14.3	60	61.9	14.3
80	82.8	28	80	82.6	28
90	93.2	31.2	90	92.9	31.2
94	97.3	31.5	94	97.0	31.5
100	103.5	35.1	100	103.2	35.1
105	108.7	36.5	105	108.4	36.5
110	113.9	38	110	113.5	38
115	119.0	40.1	115	118.7	40.1
120	124.2	41.9	120	123.8	41.9
125	129.4	43.6	125	129.0	43.6
135	139.7	46.9	135	139.3	46.9
145	150.1	50.5	145	149.6	50.5
150.4	155.7	51.3	150.4	155.2	51.3
155	160.4	53.9	155	160.0	53.9
165	170.8	56.9	165	170.3	56.9
166	171.8	57.3	166	171.3	57.3
167	172.8	57.8	167	172.3	57.8
168	173.9	58.1	168	173.4	58.1
188	194.6	65.2	188	194.0	65.2
206.8	214.0	68.7	206.8	213.4	68.7
208	215.3	71.6	208	214.7	71.6
210	217.4	72.4	210	216.7	72.4
215	222.5	74.1	215	221.9	74.1

Anexo 2. Cuadro de rendimientos de Queso Zamorella.

	R 1		R 2	
Ingredientes	Peso en Kg	%	Peso en kg	%
Sorbato	0.04	0.009	0.05	0.01
Citrato	0.50	0.111	0.7	0.14
Sal	0.60	0.133	0.7	0.14
Cuajo	0.04	0.009	0.01	0.002
Cultivo	0.01	0.002	0.05	0.01
Cloruro	0.11	0.024	0.4	0.08
Cant. De producto	43.20	9.57	48.9	9.74
Suero y Otros	406.27	90.022	450.5	89.76
Perdida en fundición	0.40	0.089	0.5	0.10
Perdida en corte	0.13	0.029	0.1	0.02
Cant.de leche dest. Al producto	450		500	
		99.71		99.62
Cant. Total de ingredientes.	451.30	100.00	501.91	100.00
Rendimiento		9.5		9.7
	R 3		R 4	
Ingredientes	Peso en Kg	%	Peso en Kg	%
Sorbato	0.06	0.003	0.03	0.003
Citrato	0.86	0.049	0.52	0.048
Sal	1.04	0.059	0.63	0.058
Cuajo	0.03	0.002	0.02	0.002
Cultivo	0.17	0.010	0.1	0.009
Cloruro	1.41	0.080	0.86	0.079
Cant. De producto	164.2	9.295	100.7	9.305
Suero y Otros	1600.35	90.591	980.36	90.593
Perdida en fundicion	0.7	0.040	0.42	0.039
Perdida en corte	1.25	0.071	0.76	0.070
Cant.de leche dest. Al producto	1763		1080	
		99.798		99.800
Cant. Total de ingredientes.	1766.57	100.000	1082.16	100.000
Rendimiento		9.3		9.3

Anexo 3. Cuadro de rendimiento de Queso Crema.

	R 1		R 2	
Ingredientes	Peso en Kg	%	Peso en Kg	%
Cloruro calcio	1.67	0.08	0.32	0.08
Cuajo	0.2	0.01	0.04	0.01
cultivo	0.02	0.001	0.004	0.001
Sal	41.9	1.96	8.04	1.96
Cant. producto final	223.35	10.44	52.1	12.69
Suero y otros	1911.9	89.39	358.32	87.31
Perdida en corte	3.48	0.16	0	0.0
Cant. de leche dest. al producto	2095	97.95	402	97.95
Peso total ingredientes	2138.8	100.00	410.4	100.00
Rendimiento		10.44		12.69
	R 3		R 4	
Ingredientes	Peso en Kg	%	Peso en Kg	%
Cloruro calcio	1.08	0.08	1.37	0.08
Cuajo	0.13	0.01	0.17	0.01
cultivo	0.01	0.001	0.01	0.001
Sal	27	1.96	34.4	1.96
Cant. producto final	158.16	11.48	168.8	9.60
Suero y otros	1210.95	87.86	1580.98	89.88
Perdida en corte	9.09	0.66	8.52	0.48
Cant. de leche dest. al producto	1350	97.95	1723	97.96
Peso total ingredientes	1378.2	100.00	1758.950	100.00
Rendimiento		11.48		9.6

Anexo 4. Cuadro de rendimiento de Yogur.

	R 1		R 2	
Ingredientes	Peso en kg	%	Peso en kg	%
azúcar	17	7.6	17	7.5
leche en polvo	10.8	4.8	10.8	4.7
leche entera	109.4	48.8	103.5	45.4
leche descremada	79.8	35.6	89.3	39.2
estabilizador	1	0.4	1	0.4
peso total pre-homo	218	97.2	221.6	97.3
peso post-homo.	208.5	92.9	211.7	93.0
pérdida post-homo	9.5	4.2	9.9	4.3
sorbato	0.1	0.045	0.1	0.04
colorante	0.019	0.008	0.03	0.01
cultivo	0.8	0.4	0.8	0.4
saborizante (fruta)	5.4	2.4	5.2	2.3
peso con sabores	214.819	95.8	217.83	95.7
peso total de ingre.	224.3	100.0	227.7	100.0
peso producto final	211.3	94.2	215.2	94.5
perdida pre-enva.	3.5	1.6	2.7	1.2
Rendimiento		94.2		94.5
	R 3		R 4	
Ingredientes	Peso en kg	%	Peso en kg	%
azúcar	17	7.6	17	7.6
leche en polvo	10.8	4.8	10.8	4.8
leche entera	130	58.0	106.3	47.3
leche descremada	59	26.3	83.4	37.1
estabilizador	1	0.4	1	0.4
peso total pre-homo	217.8	97.2	218.5	97.3
peso post-homo.	209.4	93.4	210.1	93.5
perdida post-homo	8.4	3.7	8.4	3.7
sorbato	0.1	0.04	0.1	0.04
colorante	0.03	0.01	0.03	0.01
cultivo	0.8	0.4	0.8	0.4
saborizante (fruta)	5.4	2.4	5.2	2.3
peso con sabores	215.7	96.3	216.23	96.3
peso total de ingre.	224.1	100.0	224.6	100.0
peso producto final	211.9	94.5	207.4	92.3
perdida post-enva.	3.8	1.7	8.8	3.9
Rendimiento		94.5		92.3

Anexo 5. Cuadro de rendimiento de Helado.

	R 1		R 2	
Ingredientes	Peso en kg	%	Peso en kg	%
Leche estandarizada	179.4	77.6	172.2	77.1
azúcar	28	12.1	28	12.5
leche en polvo	5	2.2	5	2.2
estabilizador	0.6	0.3	0.6	0.3
peso total pre-homo	213	92.1	205.8	92.2
peso del producto post-homo	212.5	91.9	204.9	91.8
perdida post-homo	0.5	0.2	0.9	0.4
saborizante (fruta)	17.4	7.5	15.5	6.9
colorante/escencia	0.3	0.2	1.1	0.5
peso con saborizante	230.7	99.8	222.4	99.6
peso total de ingre.	231.2	100.0	223.3	100.0
peso producto final	198.6	85.9	215	96.3
perdida post-envase	32.1	13.9	7.4	3.3
Rendimiento		89.8		96.3
	R 3		R 4	
Ingredientes	Peso en kg	%	Peso en kg	%
Leche estandarizada	170.4	76.7	182.5	77.7
azúcar	28	12.6	28	11.9
leche en polvo	5	2.3	5	2.1
estabilizador	0.6	0.3	0.6	0.3
peso total	204	91.8	216.1	92.0
peso del producto post-homo	202.1	91.0	214.4	91.3
perdida post-homo	1.9	0.9	1.7	0.7
saborizante (fruta)	15.2	6.8	15.8	6.7
colorante/escencia	1.1	0.5	1.2	0.5
peso con saborizante	220.3	99.1	233.1	99.3
peso total de ingre	222.2	100.0	234.8	100.0
peso producto final	195	87.8	219	93.3
perdida post envase	25.3	11.4	14.1	6.0
Rendimiento		87.8		94.0