



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA

TÍTULO DEL TRABAJO:
LICONSA, S.A. DE C.V. GERENCIA METROPOLITANA NORTE,
ÁCIDOS ORGÁNICOS, S.A. DE C.V. “LEVADURA LA FLORIDA”

INFORME TÉCNICO DE LA OPCIÓN CURRICULAR EN LA MODALIDAD DE:
ESTANCIA INDUSTRIAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN ALIMENTOS

PRESENTA:
KAREN BELTRÁN IÑIGUEZ

DIRECTOR INTERNO: M. C. HERMILO SÁNCHEZ PINEDA

DIRECTOR EXTERNO: ING. JOSÉ EUGENIO GONZÁLEZ MOTA

MÉXICO, MAYO 2007

Agradezco a los profesores:

M. C. Hermilo Sánchez Pineda
M. C. Patricia Vázquez Lozano
M. C. Augusto Trejo González.

Por su atención y consejos en la
realización del presente informe

INDICE

LICONSA, S.A. de C.V. Gerencia Metropolitana Norte.

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 . La leche	2
1.1.1 Grasa	3
1.1.2 Densidad	3
1.1.3 Proteínas	3
1.1.4 Lactosa	3
1.1.5 Sales.....	4
1.1.6 Vitaminas	4
1.2 Leche en polvo	
2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE LA EMPRESA	
2.1 Datos de la empresa	5
2.2 Antecedentes de la empresa	5
2.3 Misión	6
2.4 Visión	6
2.5 Políticas de calidad	7
2.6 Objetivos de calidad	7
2.7 Denominación del producto.....	7
2.8 Descripción del proceso	7
2.9 Características de las máquinas envasadoras	14
2.9.1 Sistema de llenado	15
2.9.2 Ajuste de flujo de producto	15
3. CONTROL ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN	
3.1 Justificación	16
3.2 Objetivo general	16
3.3 Objetivos específicos	16
3.4 Cronograma de actividades	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
4.1 Muestreo de pesos netos en bolsas de leche como producto terminado.....	18
4.2 Factores que intervienen en la variación del peso neto de las bolsas de leche	22
4.2.1 Maquinaria.....	22
4.2.2 Trabajador	24
5. CONCLUSIONES	24
6. APORTACIONES Y RECOMENDACIONES	25
7. BIBLIOGRAFÍA.....	26

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Organigrama del departamento de producción de LICONSA, S.A DE C.V.	6
Figura 2	Diagrama de bloques de producción de leche	8
Figura 3	Descripción del proceso de producción de leche	13
Figura 4	Diagrama de funcionamiento de máquinas envasadoras IS-7.....	14
Figura 5	Gráfica de control de puntos consecutivos.....	18
Figura 6	Gráfica de control de aumento y disminución de puntos.....	19
Figura 7	Gráfica de control de puntos en la misma zona.....	19
Figura 8	Gráfica de control con periodicidad I.....	20
Figura 9	Gráfica de control con periodicidad II.....	20
Figura 10	Gráfica de control fuera de límites I.....	21
Figura 11	Gráfica de control fuera de límites II.....	21
Figura 12	Diagrama de Causa – Efecto	22
Figura 13	Comportamiento del peso de bolsas en función del volumen del silo.....	23
Figura 14	Comportamiento del peso de bolsas en función de la presión en silo.....	23

RESUMEN

El presente trabajo explica las actividades realizadas en la primera parte de la estancia industrial para la asignatura y opción de titulación de proyecto terminal. La empresa donde se llevó a cabo la estancia industrial es LICONSA, S.A. de C.V. Gerencia Metropolitana Norte, la cual es una empresa gubernamental que se dedica a la elaboración de leche reconstituida. Debido a que se han detectado una serie de variaciones en cuestión del contenido neto de leche en bolsa como producto terminado y siendo uno de los objetivos de la empresa el incrementar su productividad, se planteó para ello el proyecto "Control Estadístico de la Producción", el cual se llevó a cabo en las áreas de proceso y elaboración de la leche, lo que permitió conocer las causas de variación que afecta al peso de la leche como producto terminado.

Al término del proyecto se logró identificar que la principal causa de dichas variaciones fue la caída de presión existente desde silos de producto semiterminado hasta máquinas envasadoras, a lo cual se propuso una solución, la cual consta en colocar un tanque de almacenamiento momentáneo ubicado a 7 m de máquinas envasadoras y a una altura de 10 m, con las siguientes dimensiones: altura de 3.5 m, capacidad de 60 m³, que cuente con cuatro deflectores con un espesor de 2,5 cm cada uno y con válvulas neumáticas las cuales deberán estar comandadas con el sistema de arranque de las máquinas envasadoras, para lograr mantener constante la presión y por consecuencia el flujo con lo cual se evitará la turbulencia que afecta el llenado de las bolsas.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La leche

La leche es una emulsión de color blanco, fluido de la secreción de las glándulas mamarias, de las hembras de los mamíferos durante el periodo siguiente al parto, cuya función natural es la alimentación de sus crías durante su fase de lactancia.

En general, de forma genérica se entiende exclusivamente la leche como la de vaca, y cuando nos referimos a las de otros animales se indica el nombre de la especie correspondiente. Así tenemos: leche de oveja, leche de cabra, leche de burra, leche de yegua, leche de camella, etc. (Madrid, 1996).

La leche es un líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor dulce y reacción iónica (pH) cercana a la neutralidad; no debe contener sustancias extrañas tales como bacterias, preservativos químicos o biológicos, antibióticos o sustancias tóxicas.

La leche está constituida por un sistema fisicoquímico complejo en el que los elementos que la constituyen se presentan en tres fases: emulsión, suspensión y solución.

Cuantitativamente, el agua es el elemento más abundante, representando aproximadamente un 87% de la leche y el 13% restante corresponde a los sólidos totales que están divididos por:

- Sólidos no grasos: constituidos por proteínas de 30 a 34 g/L; lactosa de 43 a 50 g/L y sales minerales de 9 a 12 g/L.
- Sólidos grasos: constituido por la grasa propia de la leche 30 g/L.

Los componentes de la leche cruda se encuentran en equilibrio, de tal manera que es un alimento de gran valor nutritivo, suministrando proteínas, grasa, carbohidratos, minerales y algunas vitaminas (Santiago, 2004).

La composición general de la leche y las propiedades que tiene cada uno de los elementos que la constituyen se muestran a continuación.

1.1.1 Grasa

La grasa de la leche está compuesta sobre todo por triglicéridos. La grasa se encuentra en la leche formando una emulsión de pequeños glóbulos esféricos o ligeramente ovoides. Los principales ácidos grasos presentes en la leche son butírico, caproico, caprílico, cáprico, láurico, mirístico, palmítico, esteárico, oleico, linoléico (Madrid, 1996; Veisseyre, 1998).

1.1.2 Densidad

La densidad media de la leche a 15°C es de 1.032g/ml (1.028 g/ml -1.035 g/ml), es la resultante de la densidad intrínseca de cada uno de sus componentes. En la leche entera, es conveniente medir la densidad a 30°C para que la materia grasa este en estado líquido, ya que en estado sólido la grasa tiene una densidad superior y bastante variable (Amiot, 1991).

1.1.3 Proteínas

Las proteínas de la leche son macromoléculas. La proteína más abundante es la caseína y en menor proporción las proteínas del lactosuero (betalactoglobulina, alfa lactoalbúmina, albúmina sérica e inmunoglobulinas).

La proteína de la leche tiene una digestibilidad promedio del 95% e interviene en funciones estructurales como son: la formación de hormonas, enzimas, anticuerpos, son esenciales para el crecimiento y reparación del tejido.

1.1.4 Lactosa

La lactosa es el único azúcar de la leche aunque en ella existan otros azúcares, principalmente poliósidos que contienen fucosa y glúcidos nitrogenados, como la N-acetil glucosamina (Veisseyre, 1998).

1.1.5 Sales

El contenido de sales de la leche no llega al 1% de su composición total, éstas se encuentran disueltas o formando compuestos con la caseína. Las más abundantes son las de calcio, potasio, sodio y magnesio, que se encuentran como fosfato de calcio, cloruro sódico, caseinato cálcico, etc.

1.1.6 Vitaminas

Las vitaminas son sustancias orgánicas que permiten el crecimiento, mantenimiento, y funcionamiento del organismo, éstas se clasifican en dos grupos que son liposolubles e hidrosolubles. Dentro de las liposolubles podemos encontrar a la vitamina A con una composición media de 0.03-0.04 mg, vitamina D con 0.1-0.2 µg, y dentro de las vitaminas hidrosolubles están la vitamina B₁ con 40-50 µg, vitamina B₂ con 0.15-0.16 mg, vitamina B₃ con 0.2-0.3 mg, la nicotinamida con 0.2-0.3 mg y a la vitamina C con 1-2.3 mg (Madrid, 1996).

Existen diferentes tipos de leche entre las cuales podemos encontrar la leche fluida (entera, leche descremada, leche condensada) y leche en polvo (entera y descremada) (Santiago, 2004).

1.2 Leche en polvo

Hay varios tipos de leche en polvo: según su composición puede ser leche en polvo entera o leche en polvo descremada. Dependiendo del procedimiento de desecación, puede tratarse de una leche desecada en rodillos (cilindros), o de leche desecada por aspersion, esta última es mucho más soluble que la primera.

La leche en polvo o descremada, es un producto de fácil concentración y presenta la ventaja de contener todo el extracto seco de la leche en un volumen muy reducido, lo que supone un importante ahorro en el transporte y almacenamiento (Amiot, 1991).

Debido a todas las propiedades ya mencionadas se puede señalar que la leche es un alimento completo ya que brinda una protección debido a que es el precursor del sistema inmunológico en edades tempranas además de aportar nutrientes esenciales para el desarrollo del hombre (Amiot, 1991; Alais 1998).

2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE LA EMPRESA

2.1 DATOS DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA:

LICONSA, S.A. DE C.V. Gerencia Metropolitana Norte

DIRECCIÓN:

Avenida Presidente Juárez, Número 58 Col. Centro de Tlalnepantla, Estado de México.

C.P. 54000

2.2 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

En 1945, se constituyó por gestiones del gobierno federal, una empresa a la que se le denominó "LECHERÍA NACIONAL, S.A."

En 1951, "LECHERÍA NACIONAL, S.A." pasó a formar parte de la "Compañía Exportadora e Importadora Mexicana S.A. (CEIMSA)"

En el año de 1953, el gobierno federal, por medio de CEIMSA inicia la construcción de una planta rehidratadora de leche.

En el año 1954, se inicia la operación de la Planta Tlalnepantla.

Posteriormente, dos cambios en la denominación de la razón social la convirtieron en "Rehidratadora de Leche CEIMSA" en 1962, y en 1963, en "Compañía Rehidratadora de Leche CONASUPO, S.A."

Por la comodidad que ofrecía su manejo, hasta 1966 se emplearon los envases "Tetra-Pak", pero su alto costo terminó por hacerlo económicamente inaceptables. Por tal razón, se regresó al uso de la botella de vidrio.

En 1968, se inicia la comercialización del producto a granel, dejando atrás el problema que presentaban los envases de vidrio.

En 1972, se cambió nuevamente el nombre de la razón social al ser nombrada “Leche Industrializada CONASUPO S.A. DE C.V.”. A partir de entonces, el producto comenzó a ser envasado en bolsas de polietileno termo-sellables. La nueva presentación probó ser económica y confiable, ya que su empleo aseguró la calidad higiénica de la leche.

En agosto de 1995, fueron resectorizados como una paraestatal dependiente de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), adquiriendo con este cambio el nombre actual LICONSA S.A. DE C.V.

La estructura administrativa del departamento de producción de LICONSA, S.A de C.V. Gerencia Metropolitana Norte se representa en la figura 1.

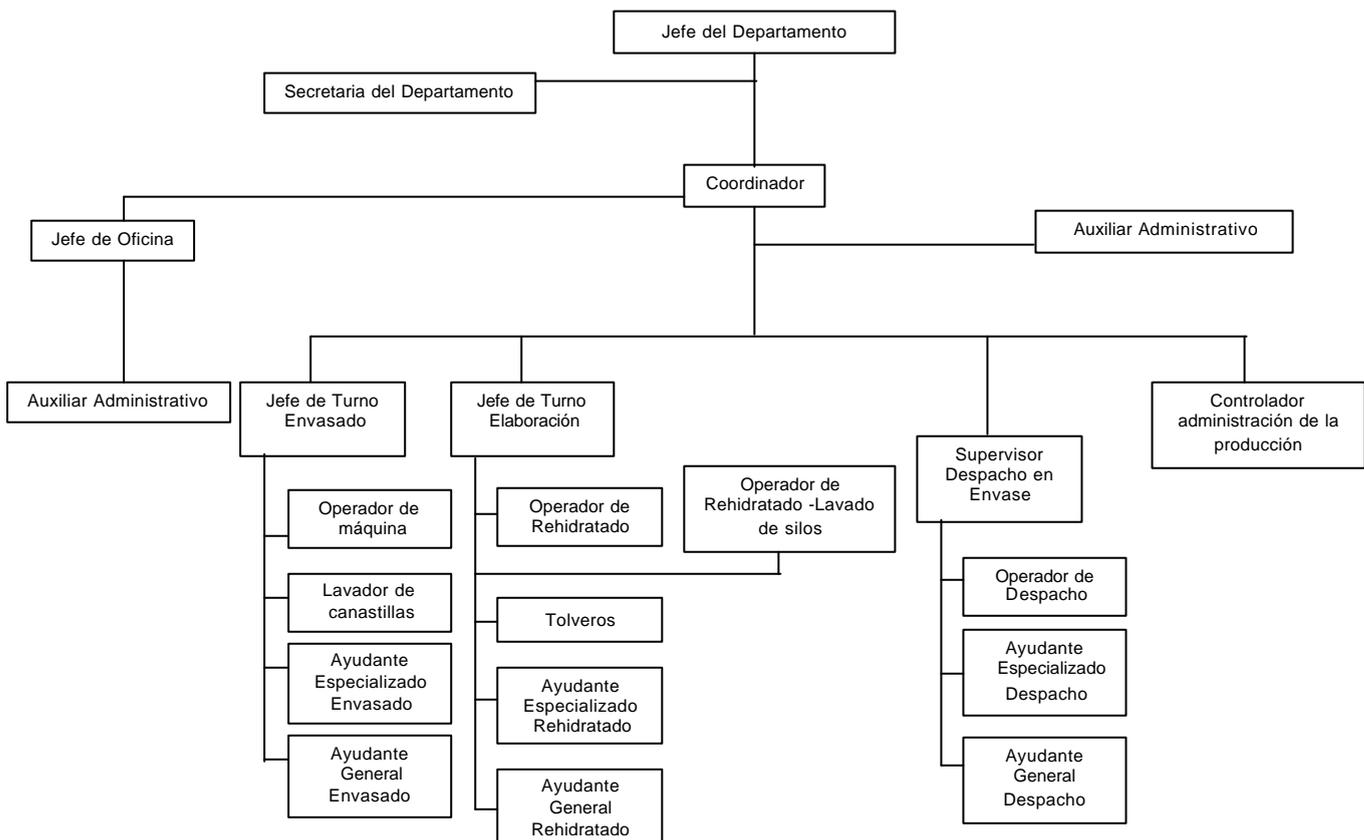


Figura 1. Organigrama del Departamento de Producción de LICONSA, S.A. de C.V.

2.3 MISIÓN

La Gerencia Metropolitana Norte de LICONSA es un centro de trabajo dependiente de la Secretaría de Desarrollo Social, cuyo propósito institucional es producir, distribuir y comercializar leche fortificada de alta calidad y bajo costo, destinado a niños y niñas pertenecientes a familias de escasos recursos económicos y segmentos vulnerables de la población.

2.4 VISIÓN

Ser un centro de trabajo de la familia LICONSA-SEDESOL a la vanguardia en su quehacer industrial, comprometido con el apoyo social alimentario destinado a los sectores sociales determinados por las reglas de operación con la conciencia fundamental de constituirse como una empresa de clase mundial que se distinga por su calidad, productividad, eficiencia, eficacia y transparencia, a fin de cubrir en su totalidad las expectativas de la población beneficiaria.

2.5 POLÍTICA DE CALIDAD

Producir leche fortificada con calidad, para la formación de capital humano de niños y niñas de familia de escasos recursos y demás segmentos vulnerables de la población, de manera transparente con el cabal cumplimiento de nuestras reglas de operación promoviendo la cultura de mejora continua.

2.6 OBJETIVOS DE CALIDAD

- 1.- Cumplir con los programas establecidos de producción de leche fortificada;
- 2.- Cumplir con la calidad del producto terminado;
- 3.- Atender la cobertura social con base a los programas de distribución;
- 4.- Observar cumplimiento a la ley de transparencia y demás disposiciones legales y regulatorias aplicables a la gestión pública, con el apoyo del órgano interno de control;
- 5.- Cumplir con las disposiciones oficiales en el marco de reglas de operación establecidas para la empresa;
- 6.- Atender las propuestas de mejora continua (LICONSA, S.A. de C.V.).

2.7 DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO QUE ELABORA LICONSA

De acuerdo NOM-155-SCFI-2003, el producto se inscribe dentro de la denominación de "leche con grasa vegetal" por su contenido de grasa y por su tratamiento "leche

pasteurizada". Ante la Secretaría de Salud, el lácteo elaborado tiene la denominación de "Leche con grasa vegetal, pasteurizada, fortificada con vitaminas y minerales" (LICONSA, S.A. de C.V.).

2.8 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHE

Los procesos de producción de leche, utilizan las siguientes materias primas directas al producto: leche descremada en polvo (LDP), leche entera en polvo, leche fresca de vaca, vitaminas A + D₃, agua tratada, grasa vegetal comestible, hierro, zinc, vitaminas B₂, B₁₂ y vitamina C. Además para el envasado de la leche se usa: película de polietileno termo sellable.

En la figura 2 se muestra el diagrama de bloques del proceso producción de la leche:

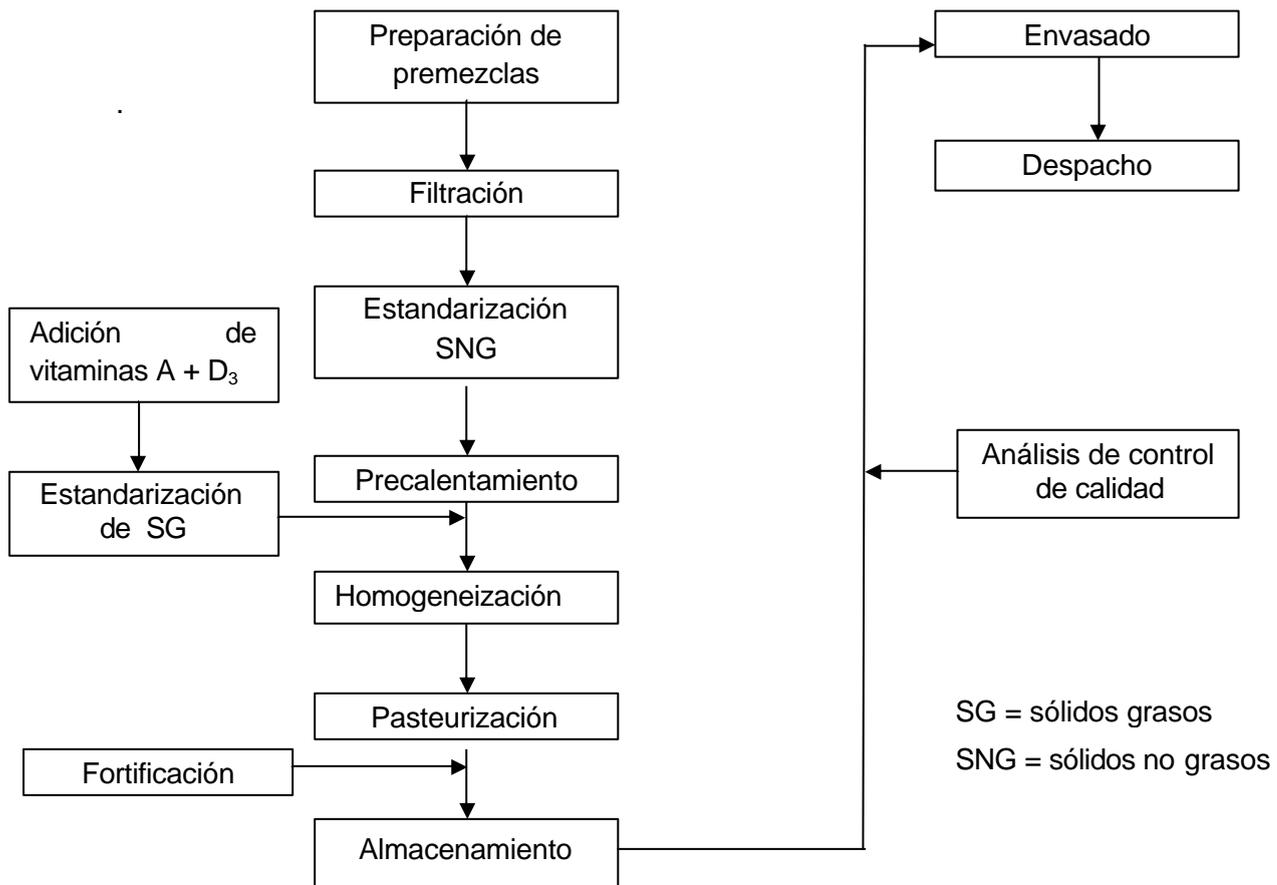


Figura 2. DIAGRAMA DE BLOQUES DE PRODUCCIÓN DE LECHE

Para la preparación de premezclas se cuenta en la planta con cuatro silos de premezcla que se llenan alternadamente de la siguiente manera:

1. Se programa la cantidad de agua tratada deseada para preparar la premezcla.
2. Se programa la cantidad de agua en la que comenzará la recirculación del circuito tanque de premezcla-disolutor de sólidos.
3. Una vez realizado el cálculo de la cantidad de LDP que se dosificará a la premezcla, se inicia el llenado del silo de premezcla abriendo la válvula de alimentación de agua tratada que pasa por el medidor de flujo y llega al silo de premezcla.
4. Cuando en el silo se tiene la cantidad de agua programada para iniciar la recirculación del circuito, se abren las válvulas de succión y de descarga del silo de premezcla y arranca el motor de la bomba del disolutor de sólidos, así como, la bomba auxiliar para cerrar el circuito.
5. La LDP es conducida a un cono de vaciado, el cual suministra el polvo a través de una válvula manual al circuito de premezcla, misma que está conectada a la boca del eductor que genera el vacío necesario para succionar la LDP e integrarla al proceso.
 - Una vez que se ha alimentado toda el agua requerida al tanque de premezcla, automáticamente se cierra la válvula de alimentación de agua tratada.
 - Cuando el personal de la tolva termina de dosificar la LDP requerida para la premezcla, cierra la válvula manual de alimentación al disolutor de sólidos y manda la señal de confirmación al PLC (controlador lógico programable) para que se detenga el circuito de recirculación.
 - Una vez que se tiene preparada la premezcla en el tanque silo, se está en condiciones de iniciar el proceso de pasteurización.

Posteriormente del tanque de premezcla se envía la leche cruda por medio de una bomba centrífuga hacia un juego de dos filtros, los cuales tienen la función de retener las partículas e impurezas que pudieran estar presentes en la premezcla, antes de que lleguen al sistema del compomaster.

El sistema llamado compomaster consiste en medidor de flujo másico que controla mediante una serie de válvulas interrelacionadas entre sí, la cantidad de SNG en el producto.

Lo anterior, lo logra por medio de la adición de agua tratada con base al contenido de sólidos original de la leche proveniente de los silos de premezcla.

La leche ya estandarizada en SNG pasa al tanque acumulador, antes de ser alimentada a la sección de tina de balance.

El contenido de sólidos no grasos en los tanques de premezcla siempre debe de ser mayor a lo sólidos no grasos deseados en el producto final, para que el sistema del Compomaster funcione adecuadamente.

Del sistema compomaster la leche cruda se alimenta por medio de una bomba a la tina de balance, de donde mediante otra bomba pasa a través de la sección de regeneración del pasteurizador, donde la leche alcanza una temperatura de 60 °C. En esta zona se lleva a cabo el aprovechamiento indirecto de energía calorífica de la leche que viene en contracorriente (leche pasteurizada que va a enfriamiento).

Después de su precalentamiento la leche cruda que sale de la zona de regeneración del pasteurizador es succionada por una bomba en cuya línea de descarga se dosifica la mezcla de grasa vegetal y vitamina A + D₃, la cual proviene de un tanque de almacenamiento y es suministrada con base al contenido de grasa deseado en el producto final por medio de un medidor de flujo másico similar al utilizado en el sistema regulador de SNG (Compomaster) y una bomba de desplazamiento positivo.

Posterior a esto la leche pasa a un homogeneizador y es sometida a un incremento de presión que va de 3.5 kg/cm² hasta una presión de 80 a 100 kg/cm², para posteriormente pasar por una válvula de homogeneización, en donde se efectúa un cambio regresivo de presión a 3.5 kg/cm². En este proceso se rompen los glóbulos de grasa de la leche en partículas cuyo diámetro es de alrededor de una micra. La finalidad de esta etapa del proceso, es que el producto resultante tenga una composición físico-química idéntica en cualquier porción, además, de que el rompimiento de los glóbulos de la grasa hacen más digerible a la leche, mejorándola desde el punto de vista nutritivo. La temperatura de homogeneización es de 60°C.

El proceso de pasteurización se lleva a cabo por medio de las etapas de calentamiento y sostenimiento, las cuales se complementan con dos pasos de enfriamiento súbito y continuo.

La leche que ha sido homogeneizada, es transferida hacia la zona de calentamiento del pasteurizador donde se eleva su temperatura desde 60 °C hasta 75 °C. Este calentamiento se lleva a cabo en forma indirecta, utilizando agua caliente, la cual se encuentra en un circuito cerrado de circulación por medio de una bomba centrífuga. El agua incrementa y mantiene su temperatura por medio de un sistema de calentamiento a base de vapor con eliminación de condensados.

La leche a 75 °C pasa a un tubo donde la temperatura de la leche se mantiene constante durante un tiempo de residencia de 17 segundos. Al final del tubo se encuentra un sistema dual de válvulas diversificadoras accionadas por un sensor térmico que detecta la temperatura de la leche en ese punto.

Si la temperatura se ha mantenido igual o mayor que 75°C, la leche pasteurizada pasa a proceso de enfriamiento dentro del pasteurizador; en el caso, de que la leche sufra un decremento de temperatura en este paso, las válvulas diversificadoras se accionan para su retorno a la tina de balance, donde vuelve a iniciar su calentamiento.

Después la leche pasteurizada caliente a 75°C, entra a la zona de regeneración del pasteurizador donde disminuye su temperatura hasta 48 °C, por medio de un intercambio indirecto de calor que es aprovechado para precalentar la leche cruda que viene de las tinas de balance.

Finalmente, la leche pasa a la zona de enfriamiento con agua proveniente de un sistema de refrigeración, la cual disminuye la temperatura de la leche desde 24°C hasta un intervalo de 3 °C / 6 °C.

La leche ya pasteurizada y fría, es llevada a través de una línea hasta los tanques silo y es interiormente mezclada por medio de un agitador en forma de hélices, ubicado en las paredes de la sección longitudinal del interior de cada contenedor, aproximadamente a un metro de altura de la base. El objeto de esta agitación, es procurar una integración final

del producto terminado, a efecto de evitar variaciones en contenidos y densidades a diferentes niveles del tanque (fenómeno que se conoce como estratificación).

Los tanques silo almacenan la leche hasta su posterior envasado en bolsas de polietileno. Se cuenta actualmente en la planta con 5 tanques silo para producto final de 113, 800 litros cada uno. Cada silo cuenta con una chaqueta de aislamiento que mantiene la leche a la temperatura que se recibe de la última etapa de enfriamiento de los pasteurizadores.

Después de transcurridos aproximadamente 10 minutos de recibida la notificación en control de calidad sobre el término de llenado de un silo, el personal de esta área procede a verificar el nivel real de llenado del tanque. Además de recoger una muestra del producto final, para determinar su temperatura, y valorar los contenidos de sólidos grasos presentes en la leche, así como su densidad y evaluación organoléptica.

Si la muestra tomada cumple con los parámetros de calidad especificados en las normas oficiales, el producto es sometido a la prueba de acidez (% de ácido láctico). Finalmente, el producto pasa a ser examinado bacteriológicamente.

En caso de que el producto final no reúna todas las características de calidad antes indicadas, éste tiene que ser nuevamente estandarizado, para volver a ser sometido a todas estas pruebas. Ello garantiza que la leche posea la más alta calidad.

Para el envasado de la leche tenemos que se cuenta con 12 máquinas envasadoras, las cuales utilizan una película de polietileno termo-soldable que conforma una bolsa de dos litros (LICONSA, S.A. de C.V.).

En la figura 3 se muestra un diagrama con la descripción del proceso de producción de leche.

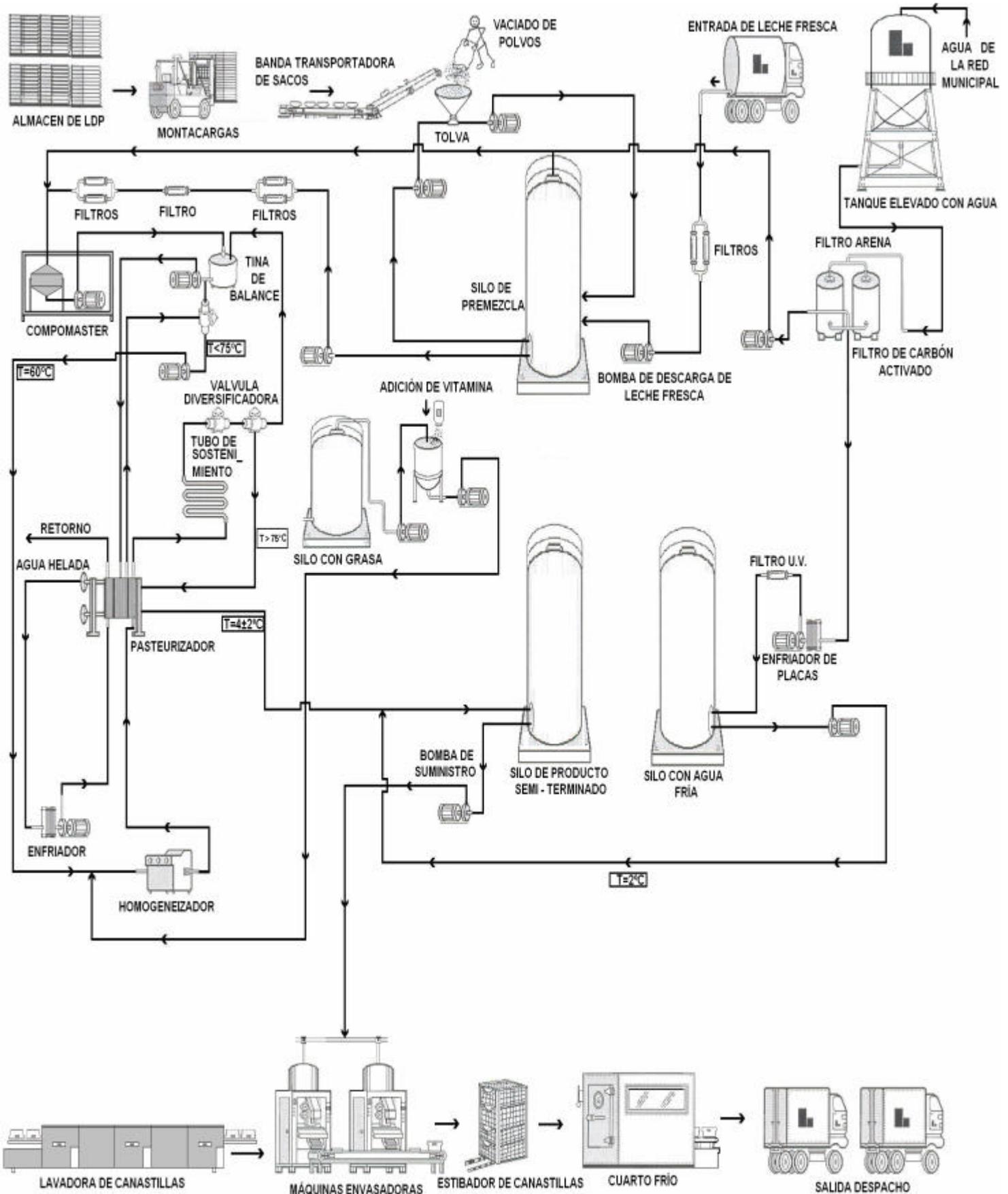


Figura 3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHE

2.9 CARACTERÍSTICAS DE LAS MÁQUINAS ENVASADORAS

La máquina IS-7 es un sistema de empaque de líquidos diseñado para producir automáticamente empaques en bolsas a partir de un rollo de película de polietileno. Es una máquina de “dos cabezas”, esto es, está formada por dos subsistemas de empaque, conocidos en general como la Cabeza A (a la izquierda, viendo la máquina de frente) y la Cabeza B. Aunque se manejan desde una fuente de poder sencilla, estas cabezas funcionan de manera independiente y se pueden ajustar para producir bolsas de diferentes tamaños. Cada cabeza funciona en una secuencia continua de ciclos “principio a fin” durante los cuales se realizan las siguientes operaciones (figura 4):

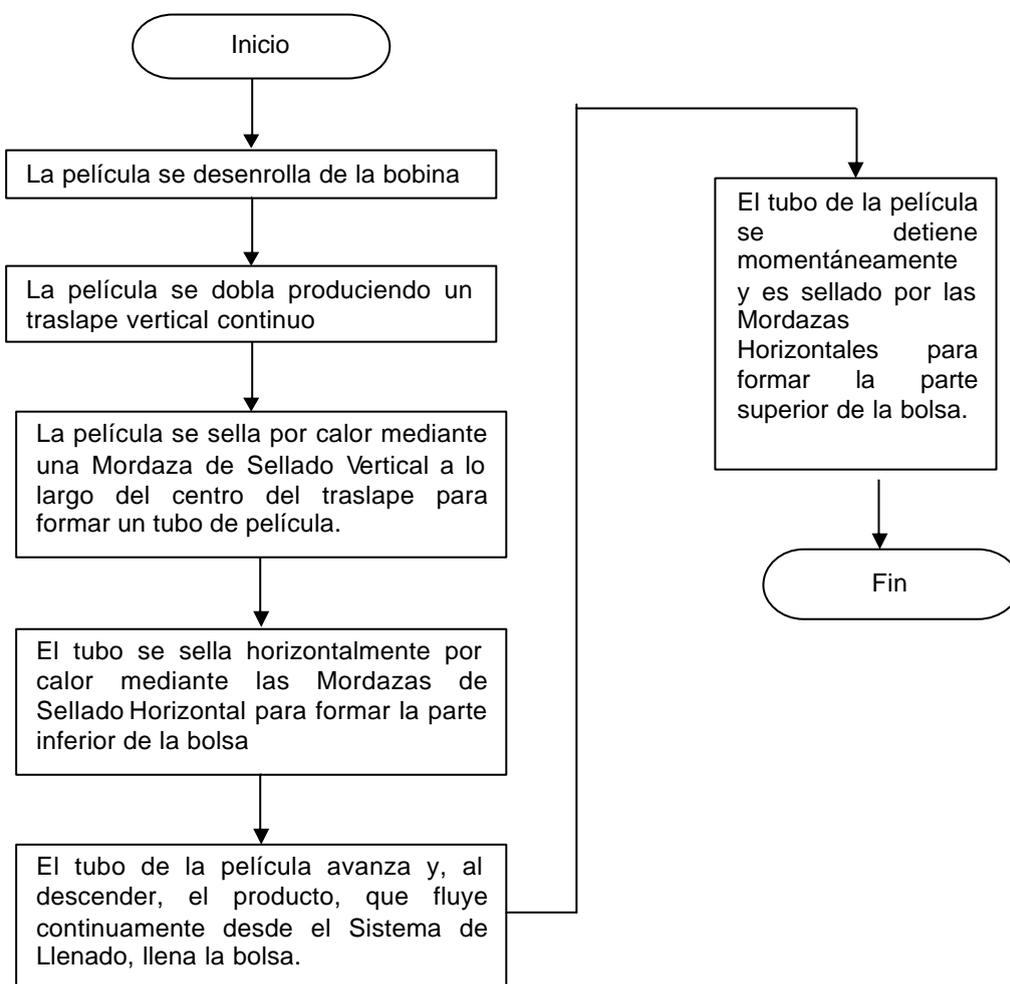


Figura 4. Diagrama de funcionamiento de máquinas envasadoras IS-7

2.9.1 Sistema de llenado

El sistema de llenado está compuesto por cuatro subsistemas principales que son el tanque de producto, el tubo de llenado, el ensamble de válvulas de llenado y el actuador de varilla de llenado.

El tanque de producto se localiza en la parte superior de la máquina, cuenta con un controlador de nivel el cual es un flotador ubicado dentro del tanque.

El tanque de producto se ventila mediante una tubería en el centro de la tapa.

El producto fluye a través del tubo de llenado, que se extiende hacia abajo dentro del tubo de película a un punto justo arriba de las mordazas horizontales.

El mecanismo de la válvula de llenado está formado por una varilla de llenado larga y delgada con una cabeza de válvula con cara cónica en la parte inferior y un cuerpo soldado a la base del tubo de llenado y esta conectada al actuador de la varilla de llenado en la parte superior de la máquina.

Al elevar y descender la varilla de llenado, el actuador controlado neumáticamente abre y cierra la válvula la cual ajusta en la base del tubo de llenado (DUPONT, 1998).

2.9.2 Ajuste del flujo de producto

El flujo de producto y por tanto el volumen en cada bolsa, depende del espacio entre las caras acopladas de la cabeza de la válvula y el cuerpo de la válvula. Se cuenta con la posibilidad de hacer ajuste fino y ajuste general de este espacio.

El ajuste de llenado se utiliza para seleccionar diferentes índices de flujo cuando se cambia de un volumen de bolsa a otro. Esto se logra alineando una barra transversal en la parte superior del cilindro sobre un par de tornillos de ajuste previamente ajustados que controlan o limitan cuánto debe forzarse la barra transversal hacia abajo debido a la presión del aire.

El ajuste fino de llenado consiste en un ensamble de engranes cónicos que eleva o baja todo el ensamble de cilindro girando una tuerca de ajuste finamente roscada en la base del ensamble. Los engranes cónicos se hacen girar mediante un eje flexible conectado a la perilla de ajuste fino de llenado en el panel central de control al frente de la máquina (DUPONT, 1998).

3 CONTROL ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN

3.1 JUSTIFICACIÓN

Las estancias industriales son una parte fundamental para la formación académica de los Ingenieros en Alimentos, las cuales permiten adquirir y complementar conocimientos, ya que las industrias serán lugares donde estarán la mayor parte de su vida profesional.

Para cumplir con el fin antes mencionado en la empresa LICONSA, S.A. de C.V. Gerencia Metropolitana Norte está el enfocarse en conocer las líneas de producción para leche con grasa vegetal y pasteurizada, así como las áreas que intervienen para lograr dicho proceso.

Debido a que se han detectado una serie de variaciones en cuestión del contenido neto de leche en bolsa como producto terminado y siendo uno de los objetivos de la Gerencia Metropolitana Norte el incrementar su productividad, se planteó para ello el proyecto “Control Estadístico de la Producción”, el cual se encuentra en las áreas de proceso y elaboración de la leche, lo que permitirá conocer las causas de variación que afecta al peso de la leche como producto terminado, con la finalidad de buscar en su momento soluciones de las mismas.

3.2 OBJETIVO GENERAL

Conocer el proceso de elaboración y envasado de la leche, así como identificar la causa de la variación del peso neto de la bolsa de leche como producto terminado, aplicando el control estadístico, realizando una propuesta de mejora para reducir dicha variable.

3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer las etapas de los procesos de premezclado, envasado y despacho de leche.
- Identificar las causas de variación en el contenido en bolsa como producto terminado.
- Determinar las desviaciones de densidad y peso de bolsa de leche.
- Determinar si los procesos de elaboración y envasado de la leche están dentro de control.
- Minimizar las variaciones existentes en el proceso de elaboración y envasado de la leche.

3.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	OBJETIVOS	MESES				
		FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Verificación de los procesos de premezclado, envasado y despacho de leche	Conocer las etapas de los procesos de premezclado, envasado y despacho de leche					
Analizar los registros de peso de bolsas de producto terminado	Identificar las causas de variación de producto en el contenido en bolsa como producto terminado					
Análisis de los datos recopilados en las diferentes etapas de proceso	Determinar las desviaciones de densidad y peso de bolsa de la leche					
Aplicación de las herramientas de control estadístico de proceso.	Determinar si los procesos de elaboración y envasado de la leche esta dentro del control					
Determinar la propuesta de una solución para la variabilidad que se tiene en planta en base a la densidad de la leche y de peso de producto terminado.	Minimizar las variaciones existentes en el proceso elaboración y envasado de la leche					

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Muestreo de pesos netos en bolsas de leche como producto terminado

El muestreo de peso se llevó a cabo en forma no destructiva, esto es, se pesa el envase con producto y se determina el peso neto, restándosele la masa promedio del envase vacío (NOM-002-SCFI-1993).

Con base en los datos reportados por el laboratorio de control de calidad y el Departamento de Producción obtenidos a través de un muestreo llevado a cabo cada 15 minutos, se realizaron gráficas de control (de tipo \bar{X}) en las cuales se pueden observar una serie de variaciones que nos indican que el proceso se encuentra fuera de control debido a:

- a) que no es natural que siete o más puntos consecutivos estén por arriba o por debajo de la línea central como se muestra en la Figura 5,

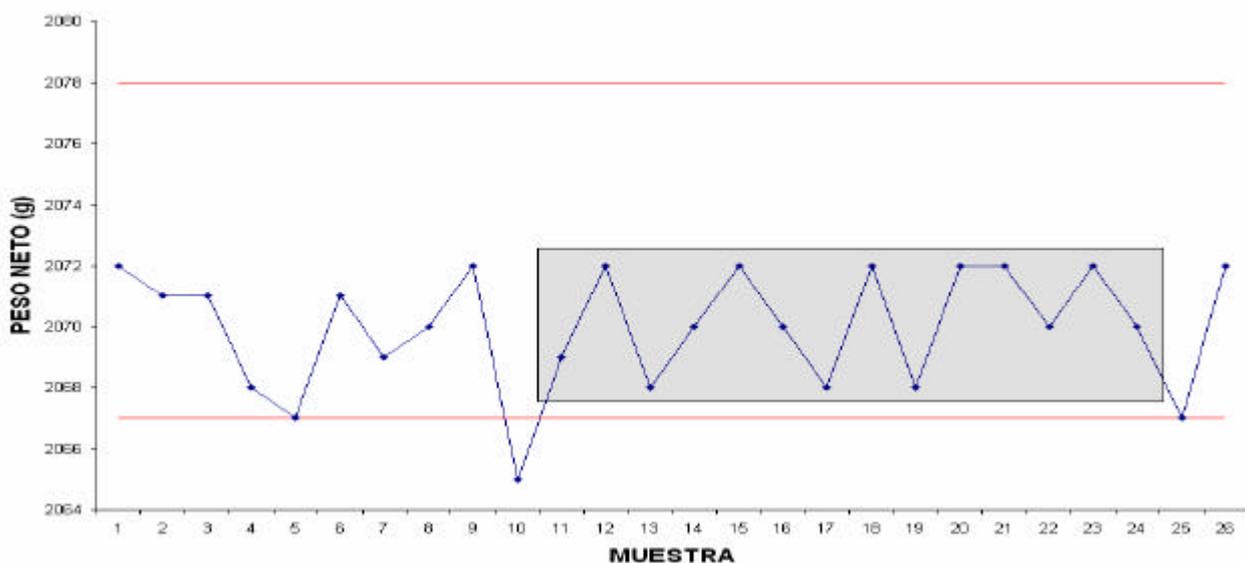


Figura 5. Gráfica de control de puntos consecutivos

- b) seis puntos seguidos aumentan o disminuyen continuamente y que dos de tres puntos seguidos están en la misma zona mostrados en la Figura 7,

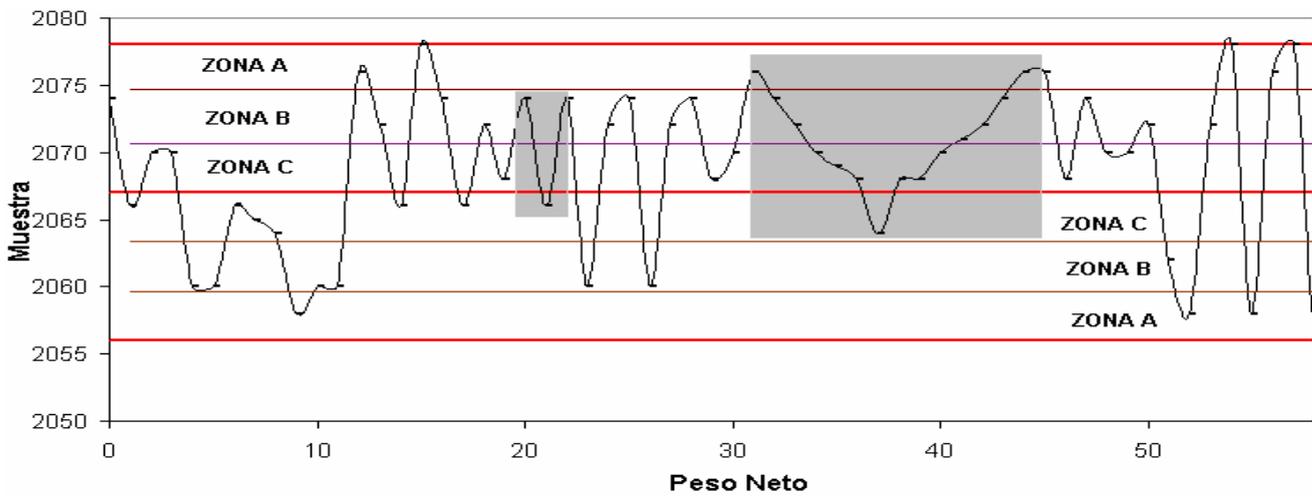


Figura 6. Gráfica de control de aumento y disminución de puntos

c) cuatro de cinco puntos seguidos están en la misma zona y después de ésta como se muestra en la Figura 7,

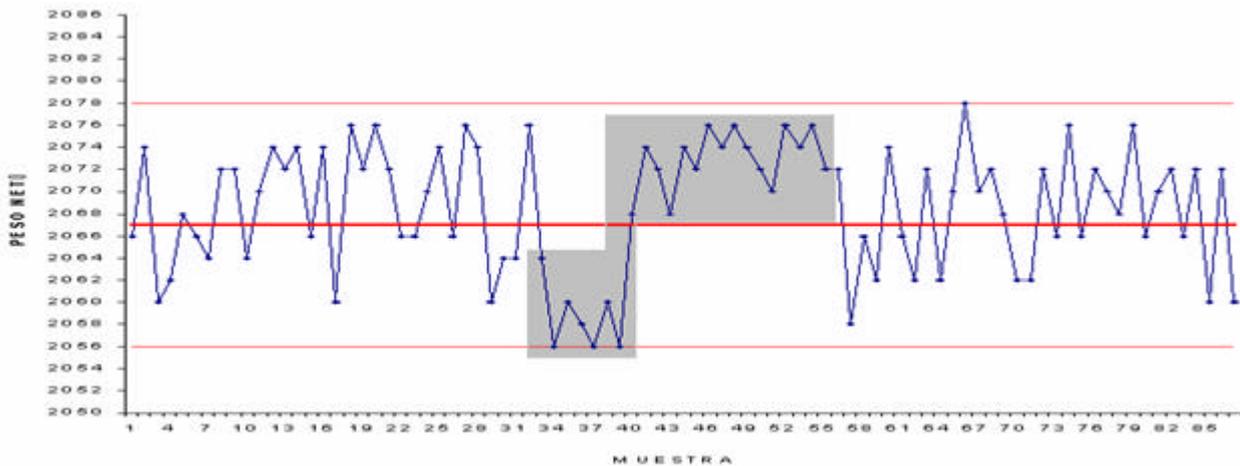


Figura 7. Gráfica de control de puntos en la misma zona

d) los puntos de las gráficas muestran una periodicidad en la representación de puntos altos y bajos, por lo cual se genera un ciclo (Figuras 8 y 9) (Besterfield, 1995). Además existen otros datos que al ser graficados igualmente demuestran que el proceso se encuentra fuera de control debido a que se localizan fuera de los límites establecidos por los estándares de calidad de la empresa (Figuras 9-11), pero aún así se encuentran dentro del límite mínimo establecido por la NOM002-SCFI-1993.

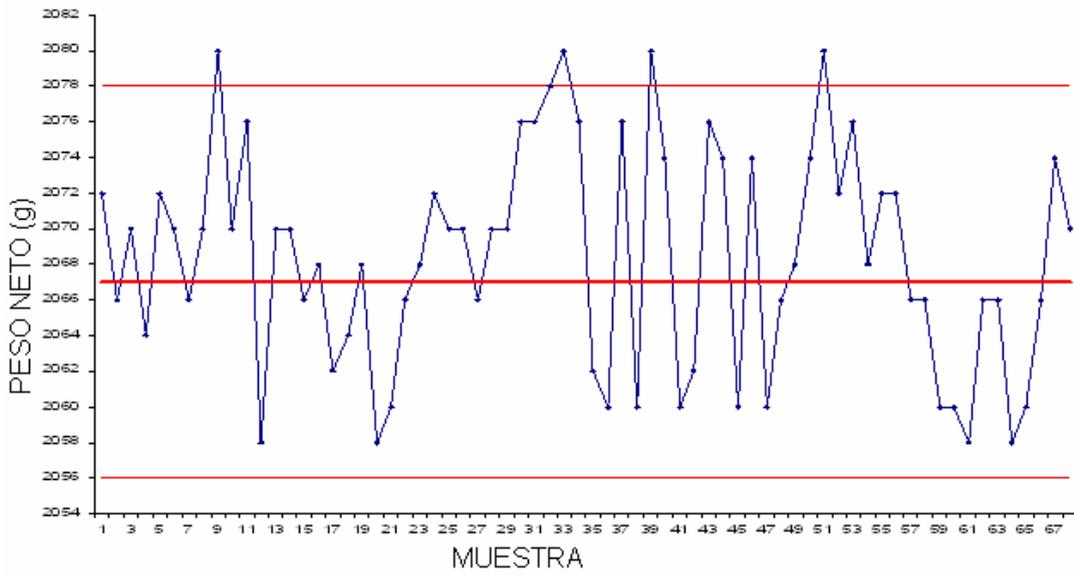


Figura 8. Gráfica de control con periodicidad I

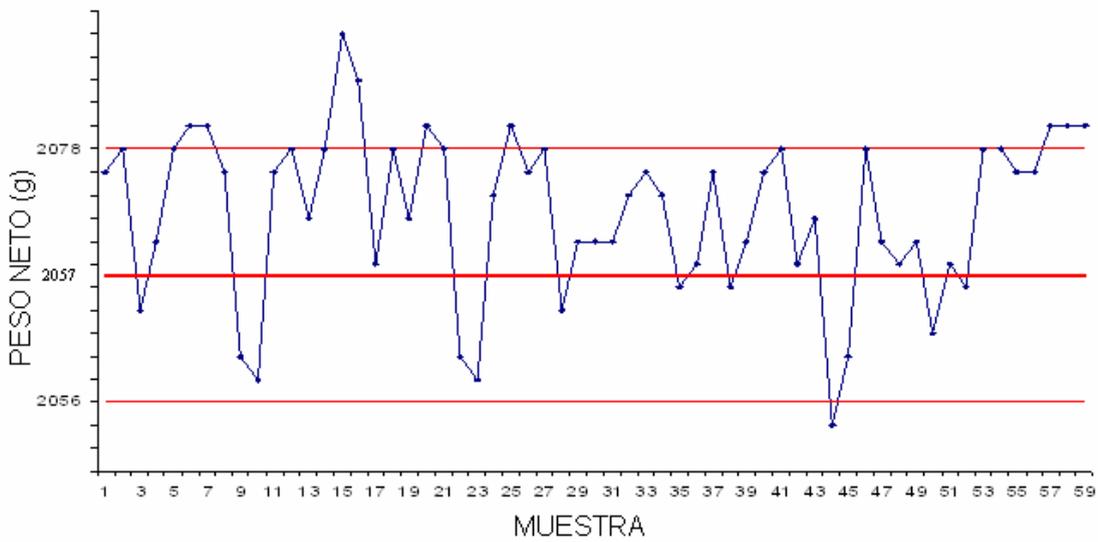


Figura 9. Gráfica de control con periodicidad II

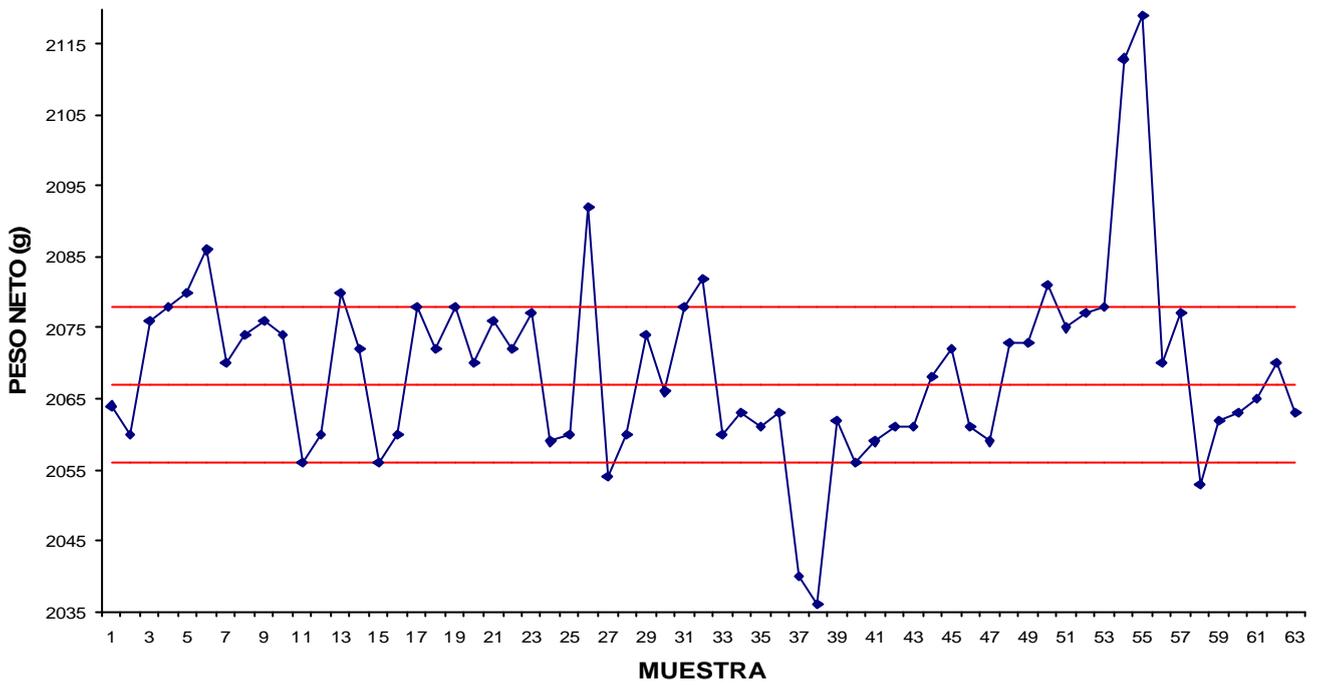


Figura 10. Gráfica de control fuera de límites I

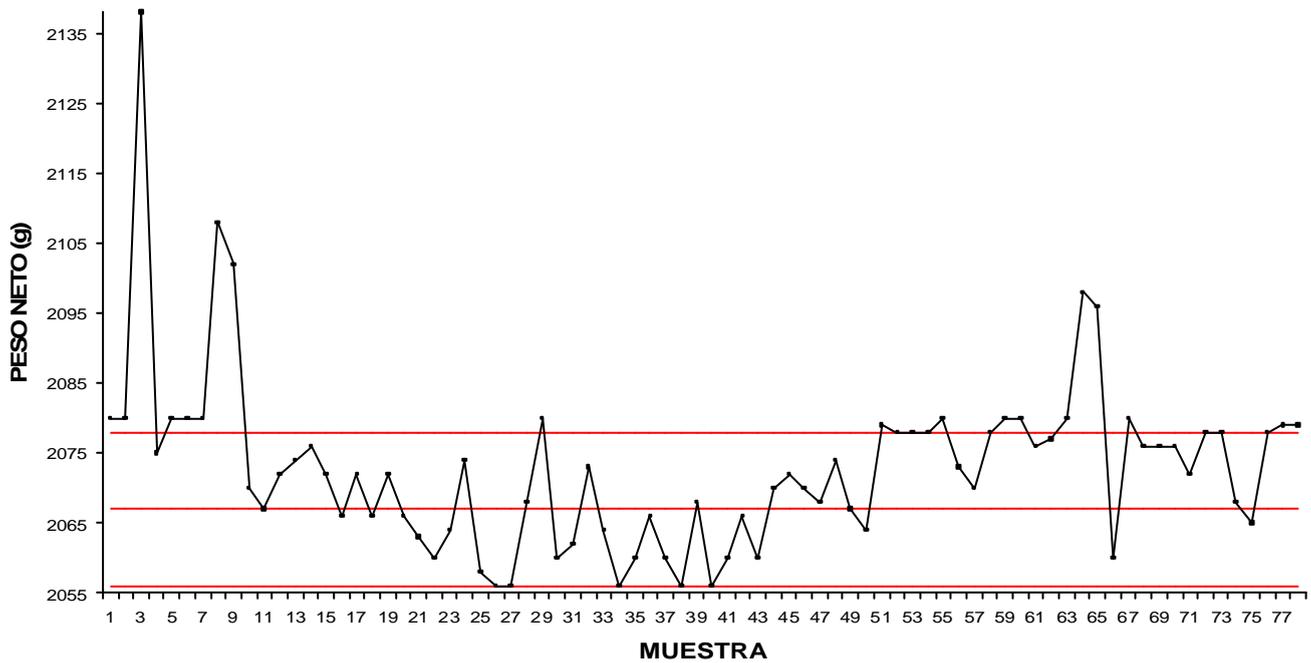


Figura 11. Gráfica de control fuera de límites II

Las variaciones mencionadas anteriormente pueden ser ocasionadas por diferentes causas las cuales se señalan en el diagrama de causa – efecto (Hishikawa).

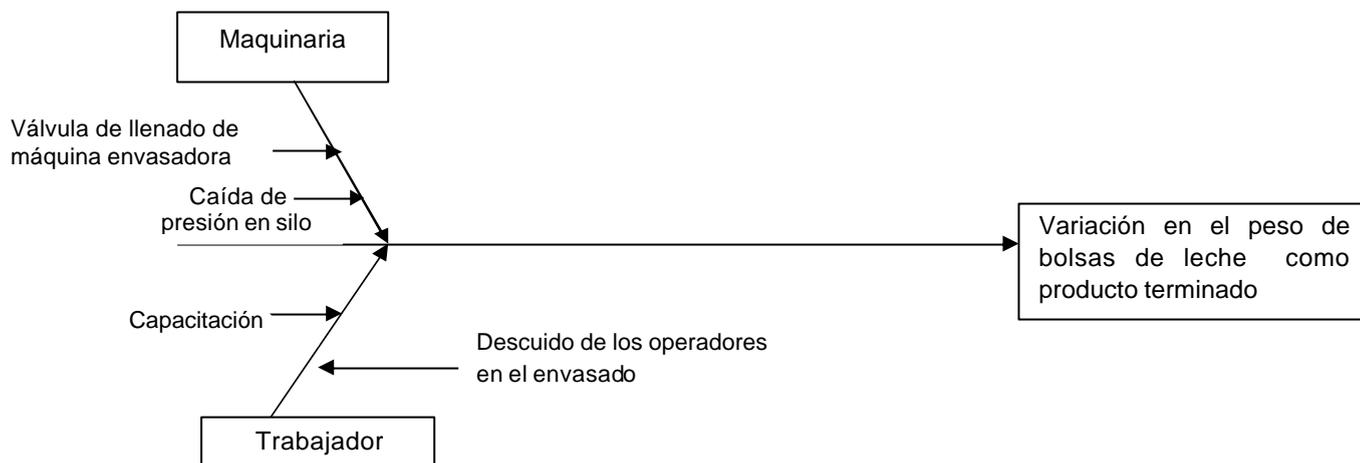


Figura 12. Diagrama de Causa – Efecto

Los dos factores (medio ambiente y materia prima) ausentes en el diagrama fueron eliminados de éste debido a que no presentan ninguna influencia en el problema existente.

A continuación se detallan cada una de los factores que intervienen en la variación del peso neto de las bolsas de leche.

4.2 Factores que intervienen en la variación del peso neto de las bolsas de leche.

4.2.1 Maquinaria

En el Cuadro 1 se muestra el comportamiento general de los pesos de las bolsas en función del nivel en litros del silo.

VOL SILO (L)	PESO (kg)	Presión (kPa)
90770	2072	160.13
74855	2070	125.184
59462	2068	91.652
36725	2066	41.758
29630	2063	37.314
13500	2060	19.74

Cuadro 1. Comportamiento general de los pesos de las bolsas en función del nivel en litros del silo.

Analizando los valores mostrados, se puede apreciar que a medida que en el silo va disminuyendo el volumen, el peso en las bolsas decrece, debido a que mantiene una relación directamente proporcional la cual se puede apreciar en la figura 13, este hecho no debe de presentarse ya que el peso de las bolsas tendría que mantenerse constante. Lo anterior puede ser atribuido a que existe una caída de presión desde los silos de producto semi terminado hasta las máquinas envasadoras, ocasionando con esto que a un menor volumen en el silo exista un menor flujo de envasado y por lo tanto un menor peso en las bolsas de leche como lo se muestra en la figura 14.

Aunado a esto tenemos otras posibles causas dentro de las cuales está que la válvula de llenado tenga fugas debidas a que la varilla y/o el tubo de llenado se encuentren dañados, y que la válvula de entrada del producto esté oscilando.

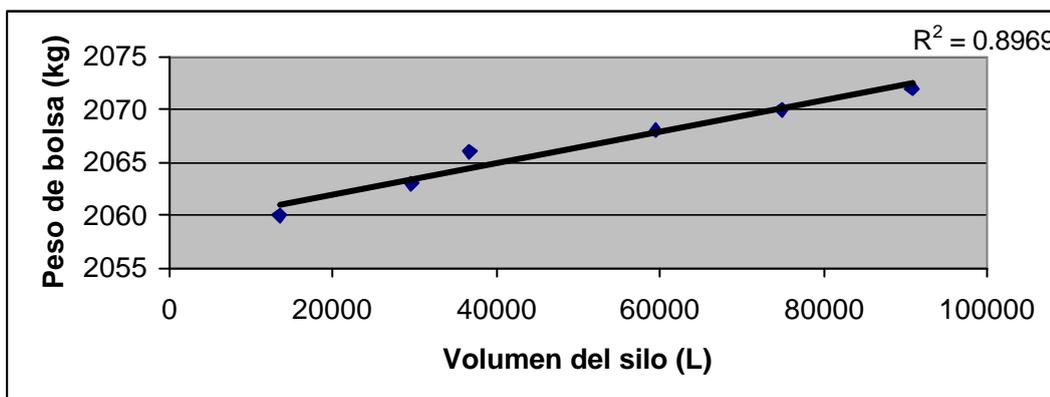


Figura 13. Comportamiento del peso de bolsas en función del volumen del silo

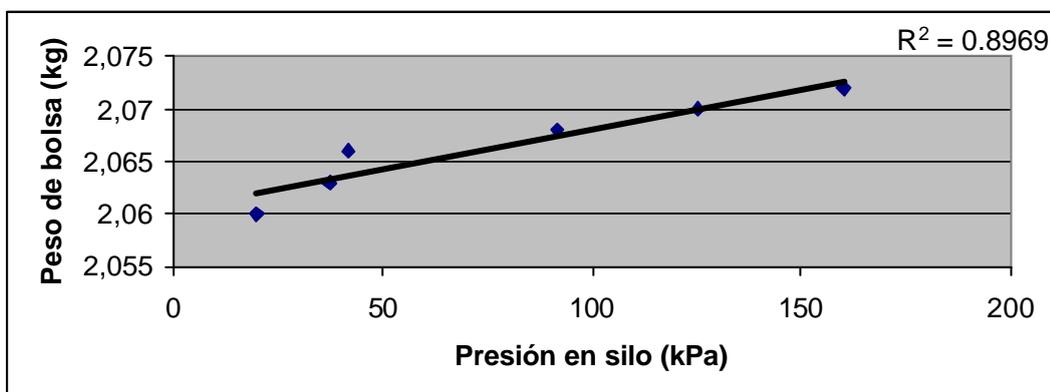


Figura 14. Comportamiento del peso de bolsas en función de la presión en silo

La caída de presión existente desde silos hasta máquinas envasadoras es la principal causa de la variación del peso neto de la bolsa de leche como producto terminado, por lo tanto es importante mantener un volumen constante de 90500 L y de ésta manera mantener una presión constante de 159.524 kPa para poder reducir la incertidumbre alrededor del peso ideal impuesto por los estándares de control de calidad de la empresa (Anexo 2)

4.2.2 Trabajador

Algo que afecta directamente al funcionamiento de las máquinas y por consecuencia al peso de las bolsas, es que los trabajadores pueden ajustar tanto los golpes por minuto a los que pueden trabajar las máquinas así como la velocidad de llenado de las bolsas. Pero cuando los trabajadores no cuentan con la suficiente destreza para tomar decisiones adecuadas durante el funcionamiento de la máquina se llegan a tener las variaciones ya mencionadas.

5. CONCLUSIONES

Con la ayuda de las estancias industriales se obtienen experiencias a nivel industrial para reforzar, ampliar y aplicar los conocimientos escolares adquiridos como lo es el proceso de producción de leche en la planta LICONSA, S.A de C.V., Gerencia Metropolitana Norte.

- ◆ Las variaciones existentes en el peso neto de la bolsa no se pueden atribuir a la densidad que presenta la leche, ya que ésta durante el proceso es estandarizada tanto en sólidos no grasos como en sólidos grasos y cantidad de proteína, y teniendo en cuenta que las máquinas envasadoras no trabajan con base a un medidor de peso nos da la certeza de que la densidad no tiene influencia alguna en el peso neto de las bolsas de leche.
- ◆ Se identificó la principal causa de la variación del peso de bolsa como producto terminado, la cual fue la caída de presión.
- ◆ Es importante tener un control en el volumen de las bolsas de leche, ya que los sobre volúmenes ocasionan mermas para la empresa las cuales pueden llegar a influenciar en el costo de la producción de la leche.

6. APORTACIONES Y RECOMENDACIONES A LA EMPRESA

- ◆ Las variaciones existentes por falta y exceso de volumen en las bolsas de leche como producto terminado se deben principalmente a que:
 - a) El mantenimiento preventivo que se les da a las máquinas envasadoras no es el adecuado, debido a que el departamento de mantenimiento tiene un cronograma estipulado acerca de la revisión de las máquinas, sin embargo, con esto no se garantiza el buen funcionamiento de las máquinas ya que los registros no siempre contemplan el sistema de llenado completo de estas.
 - b) Tomando en cuenta que las máquinas envasadoras cuentan con la función de un ajuste fino y que esto le proporciona cierta libertad al operador para poder regular el flujo de llenado de las bolsas, entonces se hace evidente que cuando éste no tiene los conocimientos o experiencia necesarios para poder manejar adecuadamente dicha función, se contribuye directamente a la variación de los pesos de las bolsas como producto terminado.
- ◆ Las variaciones existentes pueden ser disminuidas si se toman algunas acciones preventivas como:
 - a) colocar un tanque de almacenamiento de retención momentánea que se encuentre a 7 m de máquinas envasadoras y a una altura de 10 m, con las siguientes dimensiones: altura de 3.5 m, capacidad de 60 m³, que cuente con cuatro deflectores con un espesor de 2.5 cm cada uno y con válvulas neumáticas las cuales deberán estar comandadas con el sistema de arranque de las máquinas envasadoras, con lo anterior se busca mantener constante la presión y por consecuencia el flujo con lo cual se evitará la turbulencia que afecta el llenado de las bolsas (Ver anexo 1).
 - b) dar un mantenimiento preventivo adecuado a las necesidades de cada máquina, el cual permita identificar a tiempo daños al sistema de llenado de la máquina envasadora,
 - c) capacitar constantemente a los operadores acerca de cómo se regula el nivel de llenado de la máquina envasadora,
 - d) Adquirir máquinas envasadoras que tengan la función de mostrar el flujo en un display en cada cabezal y de esta manera el operador puede tener un mejor control del llenado.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Alais C. 1998. Ciencia de la leche principios de técnica lechera. 12ªed. Compañía Editorial Continental, S.A de C.V., México. Pp. 1-37, 547-549.
2. Amiot, J. 1991. Ciencia y Tecnología de la Leche. Acribia, S.A de C.V. Zaragoza España. Pp. 320-321.
3. Besterfield D. H. 1995. Control de la Calidad. 4ª ed. Pretince Hall. México. Pp. 133-137.
4. Madrid A. 1996. Curso de industrias lácteas. Editorial AMV Ediciones, Mundi – Prensa, España.
5. Manual de Operación de Máquina PREPAC IS-7E. DUPONT 1998.
6. Manual del Sistema de Administración de la Calidad. ISO 9001:2000. LICONSA, S.A. de C.V.
7. NOM-002-SCFI-1993. Productos preenvasados-contenido neto tolerancias y métodos de verificación. Dirección General de Normas México.
8. NOM-155-SCFI-2003. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado – denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Dirección General de Normas México.
9. Santiago, V. M. 2004. Manual Técnico de Control de Calidad de Leche Cruda. LICONSA, S.A. de C.V
10. Veisseyre R. 1998. Lactología Técnica. Acribia. Zaragoza, España. Pp 9,35,180
12. www.liconsa.gob.mx 23/02/06

INDICE

Ácidos Orgánicos, S.A. de C.V. “Levadura la Florida”

RESUMEN	27
<u>1. INTRODUCCIÓN.....</u>	28
2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE LA EMPRESA	
2.1 Datos de la empresa.....	31
2.2 Antecedentes de la empresa.....	31
2.3 Misión.....	31
2.4 Visión.....	31
2.5 Denominación del producto.....	32
2.6 Descripción del proceso.....	32
2.6.1 Recepción de melaza.....	33
2.6.2 Pretratamiento de la melaza.....	34
2.6.3 Clarificación de la melaza.....	34
2.6.4 Preparación del cultivo madre.....	34
2.6.5 Inoculación.....	34
2.6.6 Fermentación.....	35
2.6.7 Acidificado.....	35
2.6.8 Filtración y extrusión.....	36
2.6.9 Empaque.....	336
3. JUSTIFICACIÓN.....	38
4. OBJETIVOS.....	38
5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	38
6. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
6.1 Medio de cultivo para la propagación de levadura.....	38
6.2 Solución Buffer.....	39
6.3 Agua de dilución.....	39
6.4 Lisina.....	39
6.5 Tubos y matraces con peptona.....	40
6.6 Tubos con sosa al 1 N.....	40
6.7 Matraces con agua destilada.....	40
6.8 YPG.....	41
6.9 Esterilización de material para muestreo.....	41
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	41
8. CONCLUSIONES.....	43
9. RECOMENDACIONES.....	44
10. BIBLIOGRAFÍA.....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Organigrama del departamento de control de calidad de Ácidos Orgánicos, S.A. DE C.V. "LEVADURA LA FLORIDA"	31
Figura 2	Diagrama de bloques de producción de levadura.....	33
Figura 3	Descripción del proceso de producción de levadura.....	37

RESUMEN

El presente trabajo explica las actividades realizadas en la segunda parte estancia industrial para la asignatura y opción de titulación de proyecto terminal. La empresa donde se llevó a cabo ésta segunda parte es "Ácidos Orgánicos, S.A. de C.V. Levadura La Florida" Esta empresa produce diferentes tipos de levadura a partir de *Saccharomyces cerevisiae*, tales como levadura para panificación (fresca y seca) y levadura mineralizada para consumo animal. Se presenta el organigrama de la empresa y el diagrama de producción de levadura fresca.

Dentro del departamento de control de calidad las actividades realizadas fueron la preparación del medio de cultivo madre para el proceso de fermentación, preparación de medios de cultivo, caldos, soluciones buffer y agua de dilución para el análisis microbiológico del producto terminado y esterilización de material limpio empleado para muestrear.

La preparación del cultivo madre se realiza por escalamiento empezando por tubos de ensayo de 10mL después en matraces de 100mL y finalmente en 4 matraces de 7 litros cada uno para su posterior inoculación en un fermentador con capacidad de 14000L. El medio de cultivo utilizado es extracto de levadura y el control de los cultivos es por inspección visual, esta inspección dependerá de la forma de crecimiento de la levadura y la posible contaminación que se presente durante el escalamiento.

En la preparación de los medios de cultivo, caldos, soluciones buffer y agua de dilución ninguno presentó contaminación excepto 3L de agua de dilución, para lo cual se tomaron algunas acciones correctivas como colocar las botellas con agua en un anaquel cerrado y no permitir la entrada de personal ajeno al área de microbiología.

1. INTRODUCCIÓN

Las levaduras son microorganismos intermedios entre las bacterias y los hongos, clasificándose como Fungi imperfecti, su modo de reproducción puede ser sexual o asexual, en el último caso por gemación. Sus células son esféricas u ovaladas con pared celular bien definida formada por celulosa. Generalmente son células más grandes que las bacterias y a diferencia de estas, muestran un núcleo discreto, siendo persistentemente unicelulares y sin crecimiento filamentoso o micelial como los mohos (Volk, 1992).

Las levaduras se clasifican como activas o inactivas. Las levaduras activas son aquellas utilizadas en fermentación. Las levaduras inactivas, también denominadas levaduras secas, son no fermentativas y se emplean sobre todo como componentes nutricionales y como saborizantes (Lee, 1996).

Los procesos industriales que emplean tipos específicos de levadura se pueden dividir en cuatro clases principales: (1) la producción de levaduras como fuente de la levadura de panadería o proteína de origen unicelular (SCP), (2) la producción de adyuvantes nutricionales y saborizantes proporcionadas por levaduras inactivas, (3) la producción de bebidas alcohólicas por las levaduras de la cerveza y del vino, y (4) la producción de pan u otros alimentos horneados por la levadura de panadería (Lee, 1996).

Las levaduras son más conocidas por su habilidad para producir fermentación.

Para la fermentación de las masas primarias se emplean levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae*, capaz de fermentar los azúcares (glucosa y fructosa) produciendo anhídrido carbónico y alcohol (Quaglia, 1991).

En función de las condiciones medioambientales, las fermentaciones con levaduras de panadería pueden dirigirse a favor de la producción de alcohol o de biomasa. En un medio anaerobio la producción de alcohol es óptima. Manteniendo concentraciones bajas de azúcares en fermentaciones aerobias de levaduras con alimentación continua de azúcar se favorece la producción de biomasa (Owen, 1989).

Las melazas son el substrato mas utilizado en la producción de levaduras de panadería, aunque, al ser deficientes generalmente en nitrógeno y fósforo con respecto a las necesidades nutritivas de las levaduras, deben ser suplementadas con sales amoniacales y ácido ortofosfórico u otras formas adecuadas de fosfato. La biotina, necesaria para el crecimiento de las levaduras de panadería, se encuentra en cantidad suficiente en las melazas de caña, aunque no así en las de remolacha, que en consecuencia deben ser suplementadas con esta sustancia. Por otra parte, puede emplearse una mezcla de melazas de remolacha con al menos el 20 % de melazas de caña. La urea puede reemplazar a las sales amoniacales como fuente de nitrógeno siempre que se incorpore al medio suficiente biotina, necesaria también para su hidrólisis (Owen, 1989).

Los factores químicos que influyen en la actividad de las levaduras son el pH, los nutrientes disponibles y presencia de sustancias capaces de bloquear el desarrollo o de inhibir la actividad de fermentación (Quaglia, 1991).

A escala industrial en la obtención de levadura de panificación se efectúan diversas operaciones en las instalaciones adecuadas según las siguientes fases:

- Preparación, clarificación y esterilización de la melaza; fermentación;
- Separación y lavado de la crema de la levadura;
- Filtración de la levadura;
- Confección de la levadura en panes ;
- Preparación y almacenamiento de la solución nutriente.
- Actualmente se dispone de levadura de panadería en cuatro formas activas, en forma de levadura comprimida, en forma de crema, como levadura deshidratada activa y levadura deshidratada activa instantánea, diferenciándose en actividad y estabilidad (Quaglia, 1991).

La levadura para que pueda para que pueda producir una buena fermentación del pan debe tener fundamentalmente las siguientes características:

- 1) Estado de conservación: factores como la humedad, aire y la temperatura pueden influir en el estado de conservación de la levadura.
- 2) Color de la levadura fresca: el color de la levadura fresca debe ser blanco-grisáceo-pajizo, diferencias cromáticas que dependen de la especie del microorganismo y de su

pureza, de sistema de clarificación de la melaza, concentración, grado de acidez y humedad del producto final.

3) Sabor de la levadura: la levadura debe tener un sabor insípido; a la presencia de sabores particulares pueden proceder de microorganismos contaminantes tales como los del ácido acético y ácido láctico.

4) Grado de acidez de la levadura: la acidez de la levadura depende de ácidos como el láctico, acético, el fosfórico y el sulfúrico.

Las consecuencias de estos ácidos sobre la tecnología de la panificación son diversas: el ácido láctico tiende a exfoliar la malla glutínica, mientras que el ácido acético tiende a volverla rígida, obteniéndose un efecto mejorante con el ácido fosfórico.

5) Pureza de la levadura: la pureza de los microorganismos que constituyen la levadura se determina mediante análisis biológico por el método Liner.

6) Contenido de nitrógeno en la levadura: éste índice, que se determina con el método de Kjeldahl, tiene una gran importancia en la tecnología de la panificación: un elevado porcentaje en nitrógeno provoca una buena fermentación inicial pero progresivamente se vuelve defectuosa durante la cocción del pan.

7) Actividad enzimática de la levadura: para determinar la actividad enzimática de la levadura se atiende al poder sacarificante (Quaglia, 1991).

Tanto para la propagación de la levadura como para su análisis microbiológico, es necesario contar con medios de cultivo los cuales contribuyen en gran parte al cumplimiento de las características esperadas de ésta, ya que son un sustrato o una solución de nutrientes que permite el desarrollo de microorganismos. En las condiciones de laboratorio para realizar un cultivo, se debe sembrar sobre el medio de cultivo elegido las muestras en las que los microorganismos van a crecer y multiplicarse para dar colonias.

Los medios de cultivo pueden clasificarse en diferenciales (lisina), de enriquecimiento (medios de cultivo para la propagación de la levadura, caldo verde bilis brillante), de transporte (agua de dilución) y selectivos (ypg, agar rojo violeta bilis) (Volk, 1992).

2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE LA EMPRESA

2.1 DATOS DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA:

Ácidos Orgánicos, S.A. de C.V. "Levadura la Florida"

DIRECCIÓN:

Calzada Vallejo No.1100 Col. Prado Vallejo C.P. 54170. Tlalnepantla, Estado de México.

2.2 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Ácidos Orgánicos, S.A. de C.V. "Levadura La Florida" fue conformada en el año de 1940, siendo los socios fundadores Don Martín Oyamburu Arce, Don Valeriano Iriso Sagardoy y Don Moisés Otegui Flores.

Los inicios no fueron fáciles, se tuvieron muchos tropiezos por la falta de calidad y de asistencia técnica; pero se logro salir al mercado el día 24 de marzo de 1944.

En el año de 1973 con la colaboración del Ingeniero Fl. Gilbert Nielsen, se logro crear tecnología propia.

La actividad principal de Ácidos Orgánicos, S.A. de C.V. como lo hacen notar sus antecedentes es la fabricación de la "Levadura La Florida", la cual al día de hoy cuenta con un gran prestigio dentro del mercado mexicano.

2.3 MISIÓN

Ácidos Orgánicos, S.A. de C.V. se compromete a cumplir los requisitos del cliente y mejorar continuamente la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad. "Día a día entregar un producto consistente que cuente con las características previamente establecidas, donde nos esforcemos continuamente para mejorar la calidad y el servicio, asegurando la plena satisfacción de nuestros clientes.

2.4 VISIÓN

Ácidos Orgánicos, S.A. de C.V., es una empresa fabricante de Levadura para panificación que salió al mercado en marzo de 1944, con la firme convicción de convertirse en líder en

el ramo de las levaduras. Largo ha sido el camino y abundante ha sido la experiencia ha sido la experiencia cosechada a través de todos esos años.

La estructura administrativa del departamento de control de calidad de Ácidos Orgánicos, S.A. de C.V. "Levadura la Florida" se representa en la Figura 1.

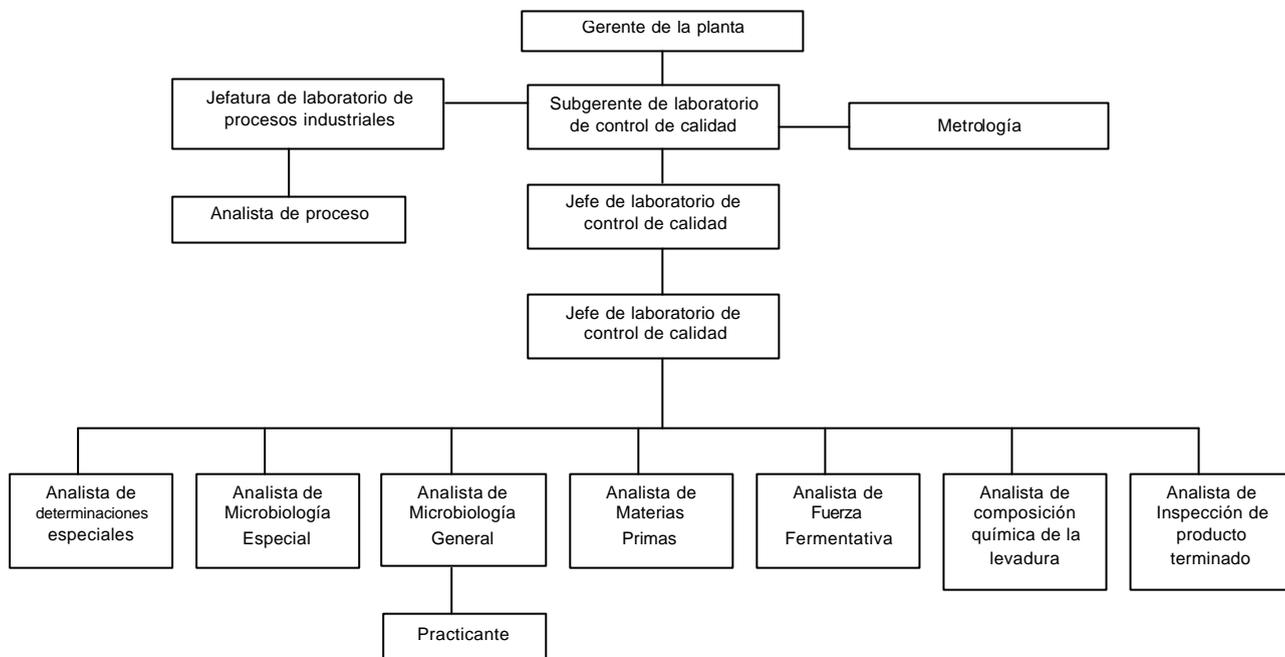


Figura 1. Organigrama del Departamento de Control de Calidad de la empresa

2.5 DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO QUE ELABORALA EMPRESA

La empresa produce diferentes tipos de levadura a partir de *Saccharomyces cerevisiae*, tales como levadura para panificación y levadura mineralizada para consumo animal.

2.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA LEVADURA.

Las principales materias primas usadas en la fabricación de levadura son el cultivo puro de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), urea, ácido fosfórico, sulfato de magnesio, para la levadura mineralizada se adiciona potasio, fosfato, magnesio, zinc y molibdeno, y finalmente melaza.

A continuación se presenta un diagrama de bloques del proceso producción de la levadura:

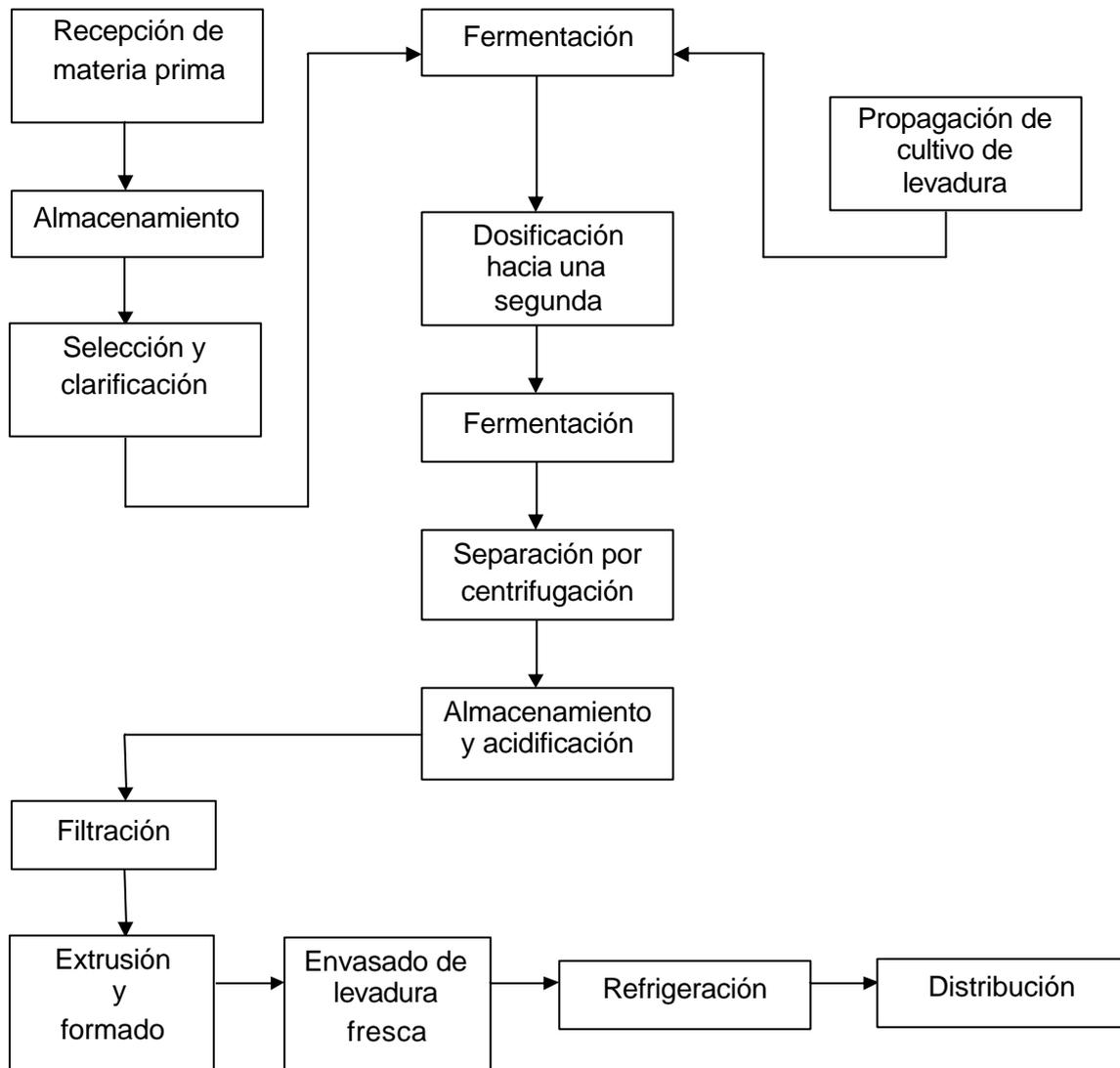


Figura 2. DIAGRAMA DE BLOQUES DE PRODUCCIÓN DE LEVADURA

2.6.1 Recepción de melaza

La melaza se recibe de ingenios azucareros, es almacenada en tanques de concreto armado, de donde se bombea al tanque de dilución para facilitar su manejo y se calienta a una temperatura de 100°C mínimo, de ahí cae por gravedad a tanques de almacenamiento lista para su alimentación a proceso. La melaza de caña de azúcar y de remolacha son las principales fuentes de carbono que promueven el crecimiento de la levadura. La melaza contiene entre 45 a 55% en peso de azúcares fermentables, en forma de sacarosa, glucosa y fructuosa.

2.6.2 Pretratamiento de la melaza

El tipo de melaza que se utiliza depende del costo y la presencia de inhibidores y toxinas que presente la misma. Generalmente, en la fermentación se utiliza una mezcla de los dos tipos (melaza de remolacha y melaza de caña). Una vez que se mezclan, se ajusta el pH entre 4,5 y 5,0 porque una mezcla alcalina promueve el crecimiento de bacterias. El crecimiento de bacterias ocurre bajo las mismas condiciones que el crecimiento de la levadura y esto hace que el monitoreo del pH sea muy importante.

Después, se realiza una disolución agua/melaza con una proporción 1:1, donde primero se separan los lodos dejándolos sedimentar durante 24 horas y luego se separan de la melaza por decantación, se realiza una preesterilización a 90°C y después se procede a una clarificación.

2.6.3 Clarificación de la melaza

La melaza se clarifica con el fin de eliminar cualquier impureza; luego el mosto (melaza clarificada y diluida con el pH ajustado), se esteriliza con vapor a alta presión a una temperatura de 126°C durante 15 minutos. Después de la esterilización, se diluye con agua y se mantiene en un tanque hasta que se necesite para el proceso de fermentación.

9.6.4 Preparación del cultivo madre

Inicialmente se inocula con la cepa pura de *Saccharomyces cerevisiae* en tubos y matraces de 10 y 100 ml, respectivamente. Para dicha preparación se emplea extracto de levadura como fuente de nitrógeno, azúcar como fuente de carbono, ajustando el pH entre 4.6-4.8. Con la misma fórmula se preparan 4 matraces con 7 litros cada uno y se inoculan con los matraces de 100 ml. Se incuban durante 17 horas en agitación a una temperatura de 30°C. Durante este periodo de tiempo se lleva a cabo una inspección visual para observar si presenta algún tipo de contaminación. Posteriormente se llevan al tanque de fermentación de 14 000L.

2.6.5 Inoculación

En esta etapa se lleva a cabo la siembra del microorganismo en el tanque de fermentación de 14 000L, se le agregan los cuatro matraces de cultivo por cada lote de producción una vez que se cumplieron las 17 horas.

2.6.6 Fermentación

La levadura crece en una serie de fermentadores los cuales son operados bajo condiciones aeróbicas (en presencia de oxígeno libre o exceso de aire), puesto que bajo condiciones anaeróbicas (limitación o ausencia de oxígeno) los azúcares fermentables son consumidos en la formación de etanol y dióxido de carbono, lo cual resulta en bajos rendimientos de levadura. Este proceso de fermentación aeróbico es exotérmico, lo cual implica que el fermentador debe ser enfriado para mantener la temperatura bajo 30°C, mediante agua de refrigeración, consiguiendo así la temperatura óptima de crecimiento.

La etapa inicial del crecimiento de la levadura tiene lugar en el laboratorio. Una porción de cepas de levadura (levadura madre) se inocula en tubos y matraces con medio de propagación de levadura con un tiempo de incubación de 17 horas. El contenido completo de los matraces se usa para inocular el primer fermentador en la etapa del cultivo puro (siembra inicial). La fermentación del cultivo puro se usa en fermentadores batch con aireación donde la levadura crece por un periodo de 14 horas.

A continuación, el cultivo puro fermentado, o levadura de siembra, es transferido a la etapa de fermentación final, donde se aumenta la alimentación con una buena aireación. Esta etapa de fermentación se completa a una temperatura de 30°C, la levadura es separada del medio de cultivo por centrifugación. La etapa final de la fermentación tiene el grado de aireación más alta, y se incrementa la alimentación de melaza y nutrientes. Esta etapa tiene una duración que varía entre 28-30 horas. Después de que toda la melaza y los nutrientes son adicionados, el líquido es aireado por un período adicional de 0.5 a 1 hora para permitir la total maduración de la levadura, permitiendo así una mayor estabilidad para el almacenamiento refrigerado.

Terminada la fermentación se prosigue a la separación de la levadura del mosto por medio de una centrifugación, donde se eliminan los sólidos y la biomasa pasa hacia tanques de acidificación, en esta etapa el producto de la fermentación y la separación de la biomasa se le denomina crema de levadura.

2.6.7 Acidificado

Para esta etapa se utiliza ácido fosfórico el cual está almacenado en tanques encaquetados, para acidificar hasta un pH de 2-2.5, reduciendo la posibilidad de contaminación.

2.6.8 Filtración y extrusión

Posteriormente, la levadura sólida es concentrada mediante filtros prensa o filtros rotatorios al vacío. Un filtro prensa entrega una torta con un porcentaje de sólidos que fluctúa entre 27 a 32 %, y un filtro rotatorio al vacío da una torta con aproximadamente 33% de sólidos. La torta filtrada es posteriormente mezclada con pequeñas cantidades de agua, emulsificantes y aceites, para darle la forma del producto final.

2.6.9 Empaquetado

El último paso es el empaque de la levadura, para lo cual se cuenta con maquinas empaquetadoras precedidas de máquinas extrusoras, en donde se moldea la pasta en forma de barra para después pasar por una cortadora y luego a la empaquetadora. Se reciben los paquetes envueltos y se colocan en una caja colectiva. La levadura así empaquetada se coloca en la cámara fría en donde se conserva a una temperatura entre 0 y 10°C hasta que es enviada a distribución en transportes preferentemente refrigerados.

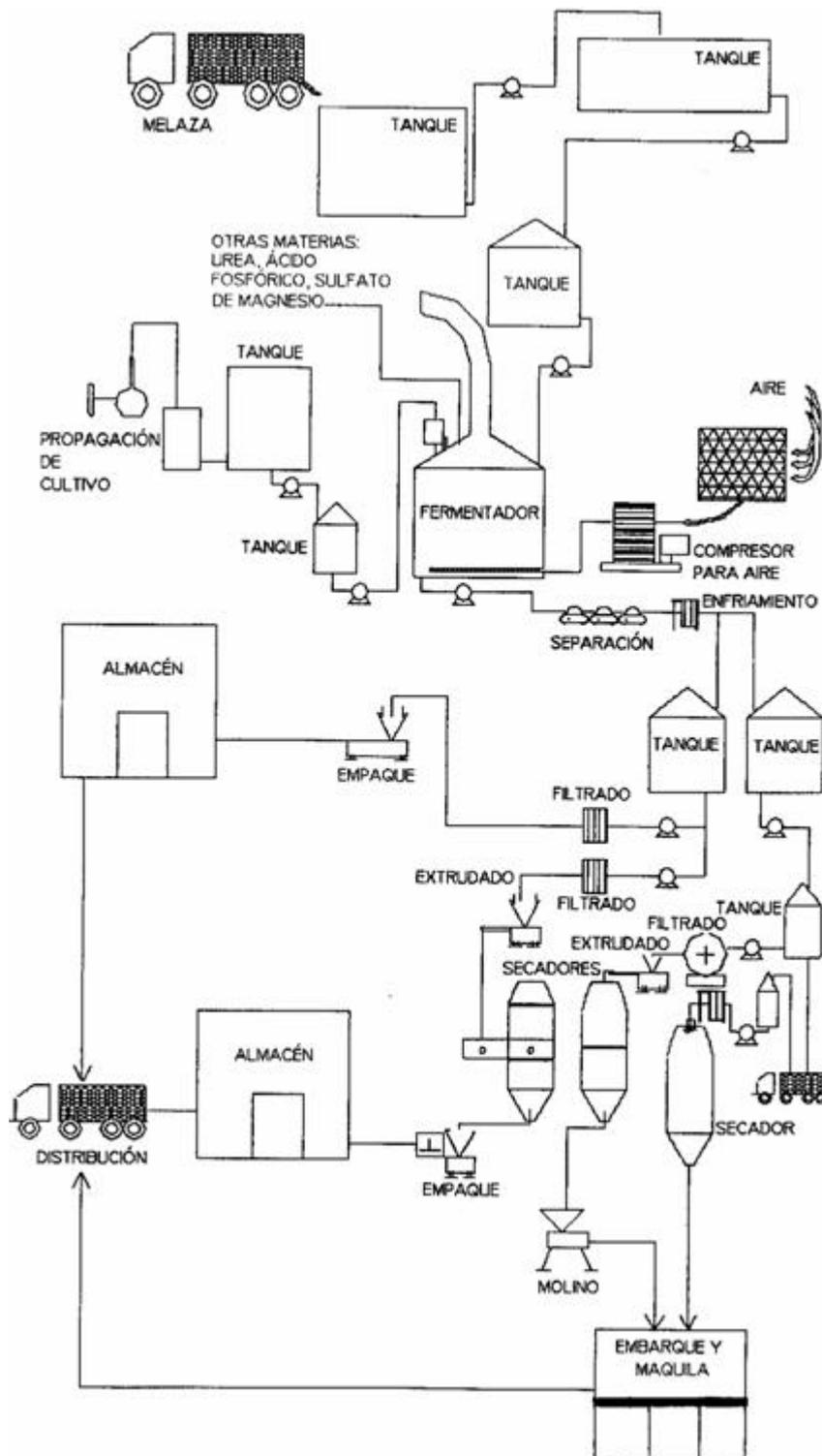


Figura 3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LEVADURA

3. JUSTIFICACIÓN.

Con el propósito de adquirir nuevos conocimientos y reforzar los adquiridos en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, la segunda etapa de la estancia se realizó en la empresa Ácidos Orgánicos, S.A. de C.V. “Levadura la Florida”, ya que con las actividades realizadas dentro ésta se conoció el proceso para la elaboración de levadura así como la importancia que tienen todas y cada una de las etapas que intervienen en el proceso, haciendo notar con lo anterior que una de las más relevantes es donde interviene el departamento de control de calidad con la preparación de medios de cultivo madre para lograr una producción a gran escala.

4. OBJETIVOS.

- Asegurar que el inóculo preparado sea totalmente inocuo para cumplir con las especificaciones que requiere producto terminado.
- Verificar que el material empleado en el muestreo de producto terminado cumpla con la esterilización requerida para contribuir a un muestreo confiable.
- Garantizar la correcta preparación de los medios de cultivo, caldos, soluciones buffer y agua de dilución.

5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Las actividades realizadas en el periodo de octubre de 2006 a febrero de 2007 consistieron básicamente en la preparación y esterilización de los medios de cultivo para propagación de la levadura y la preparación y esterilización de medios de cultivo para análisis microbiológico de la misma.

6. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.

6.1 Medio de cultivo para la propagación de levadura

Se preparan ocho tubos con 10 mL de medio de propagación de levadura, los cuales el inicio del cultivo semilla. Se inoculan con una cepa pura de *Saccharomyces cerevisiae*. Transcurrido el tiempo de incubación (7 días), son inoculados cuatro matraces de 100mL con el mismo medio, por ultimo éstos cuatro matraces inoculan a matraces de 7 l de capacidad e incubados por 17 horas a 30°C para su posterior paso hacia producción.

El medio propagación de levadura es preparado para la adaptación del microorganismo, tanto en condiciones de pH óptimas, como en fuentes de carbono, nitrógeno y oxígeno. Se regula a un pH de 4.6 a 4.8 con ácido láctico y se esteriliza a 121°C y una presión de 135 kg/cm² durante 20 minutos.

6.2 Solución Buffer

Se prepara para estabilizar el pH del caldo propagación de levadura y no presente cambios que puedan efectuar el crecimiento de esta. Esto debido a que la solución buffer sirve como regulador del potencial de hidrogeno presente en el caldo, así durante el proceso de fermentación de la levadura en el matraz se le provee de las condiciones optimas de crecimiento para el volumen de matraz final preparado en el laboratorio de control de calidad.

6.3 Aguas de Dilución

Las aguas de dilución se preparan para el análisis microbiológico de producto terminado, levadura fresca, a preparación y dilución de muestras en alimentos para su análisis microbiológico es el objetivo de esta técnica. El medio se prepara con peptona de biotriptasa, cloruro de sodio y esterilizando en autoclave a 121°C y 1.35 kg/cm² durante 20 minutos El fundamento de la utilización de este medio para dilución es el de las diluciones decimales, que se obtienen al mezclar cierto volumen de una dilución primaria, con un volumen de 9 veces un diluyente, y por repetición de dicha operación con cada dilución así preparada, entonces se obtiene una serie de diluciones decimales adecuadas para la inoculación de un medio de cultivo. La toma de muestras para el análisis microbiológico requiere de condiciones adecuadas para evitar contaminación.

6.4 Determinación de levadura silvestre (Lisina)

Este medio de cultivo es realizado para la detección de levadura silvestre durante el proceso de fermentación y en el producto terminado para descartar contaminación o establecer un límite de calidad.

Para a preparación del medio se prepara inicialmente lactato de potasio utilizando hidróxido de potasio y ácido láctico en condiciones frías, ocupando hielos para enfriar constantemente, ya que la reacción es violenta y aumenta su temperatura. Posteriormente, se adiciona agua destilada, dextrosa anhidrida, clorhidrato de L-Lisina, sulfato de magnesio heptahidratado, sulfato de potasio monobásico, tiamina (Vitamina B₁), piridoxina (Vitamina B₆), pantotenato de calcio, inositol, biotina, ajustando el pH de 5.0 a 5.2. Finalmente, se le agregó agar bacteriológico para su posterior clarificación. Este medio se esteriliza en autoclave a 121°C y 1.35 kg / cm² durante 20 minutos.

Se denomina levadura silvestre a toda aquella que llega como contaminación a los cultivos de levadura, aun cuando esta sean de la misma especie que la cepa empleada en el cultivo. El medio empleado para hacer esta determinación es un medio cuya fuente de nitrógeno es la lisina, aminoácido que la levadura de la especie *Saccharomyces cerevisiae* no puede asimilar. El medio preparado de lisina como única fuente de nitrógeno permite detectar el 99% de las levaduras silvestres y especies diferentes a *Saccharomyces cerevisiae*. Este es el fundamento con que sustenta la determinación de las levaduras silvestres dentro de un cultivo de producción.

Este medio de cultivo se prepara con la finalidad de detectar la presencia de levaduras silvestres durante el proceso de fermentación y en el producto terminado para descartar contaminación.

6.5 Tubos y matraces con Peptona

Estos se preparan con agua destilada, peptona biotriptasa y cloruro de sodio, ajustando el pH a 7 con hidróxido de sodio 1.0 N. Se emplean matraces Erlenmeyer de 125 mL. Estos se esterilizan a 121°C y a una presión de 1.35 kg / cm² durante 20 minutos.

Son utilizados para sembrar al microorganismo que pudo haber crecido por duplicado en Caldo Bilis Verde Brillante al 2%. Esta prueba es para confirmar la presencia de *E. coli*.

6.6 Tubos con sosa al 1.0 N

Se agrega de 15 a 20 mL de hidróxido de sodio 1,0 N, en tubos con tapa de rosca , esterilizándose a 120 °C y a una presión de 1.35 kg/cm². Estos tubos solo se emplean para neutralización de la muestra.

6.7 Matraces con agua destilada.

Para su preparación solo se emplean matraces Erlenmeyer de 300 mL y agua destilada, en donde a cada matraz se le adicionan 212 mL de dicha agua. Para su esterilización se realiza en autoclave con temperatura de 121°C a 1.35kg/cm² durante 20 minutos. Esta agua se utiliza para diluir otro medio que es el agar rojo violeta el cual se utiliza para cuenta total.

6.8 Medio Levadura, Peptona y Gelatina (YPG)

Para este medio se emplea agua destilada, dextrosa anhidrida, extracto de levadura, peptona de gelatina y agar bacteriológico, posteriormente clarificando, esterilizando en autoclave a 121°C con presión de 1.35kg / cm² durante 20 minutos. El YPG es empleado para establecer la viabilidad del cultivo final y para estimar el número de células vivas al término de la fermentación.

6.9 Esterilización de material para muestreo

Se esterilizan frascos y tubos vacíos en autoclave a 121°C y 1.35 kg / cm², durante 20 minutos. Este material se ocupa para la toma de muestras de sanidad de la planta

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se muestran las semanas en que se realizaron los medios de cultivos madre. Estos cultivos van numerados conforme la producción del año en curso. En la segunda columna se muestra el tiempo y temperatura de incubación de cada cultivo. En la preparación del medio se debe tener especial atención en los tiempos de esterilización ya que si se excede de tiempo, el medio pierde sus nutrientes, lo que indica que ya no está en óptimas condiciones para su uso. Todos los cultivos preparados cumplieron con

las especificaciones visuales para asegurar que estos no presentaban contaminación, por lo tanto fueron liberados hacia el área de fermentación.

Cuadro 2. Resultados del medio de cultivo para la propagación de la levadura.

Preparación del medio de cultivo para propagación de la levadura	Tiempo (horas) y temperatura de incubación (°C)
Semana No. 1 Cultivos 311 – 315	17 - 30
Semana No. 2 Cultivos 316 – 320	17 - 30
Semana No. 3 Cultivos 321 – 325	17 - 30
Semana No. 4 Cultivos 326 – 330	17 - 30
Semana No. 5 Cultivos 331 – 335	17 - 30
Semana No. 6 Cultivos 336 – 340	17 - 30
Semana No. 7 Cultivos 341 – 345	17 - 30
Semana No. 8 Cultivos 346 – 350	17 - 30
Semana No. 9 Cultivos 351 – 355	17 - 30
Semana No. 10 Cultivos 356 – 360	17 - 30
Semana No. 11 Cultivos 361 – 365	17 - 30
Semana No. 12 Cultivos 366 – 370	17 - 30
Semana No. 13 Cultivos 371 – 375	17 - 30
Semana No. 14 Cultivos 376 – 380	17 - 30
Semana No. 15 Cultivos 381 – 385	17 - 30
Semana No. 16 Cultivos 386 – 390	17 - 30

Semana No. 17 Cultivos 391 – 395

17 - 30

En el cuadro 3 se muestran las cantidades aproximadas de medios de cultivo, caldos, agua de dilución, agua estéril y material vacío que se prepara en una semana ya que estos medios se utilizan para poder hacer el análisis microbiológico del producto terminado. En ninguno de los medios preparados se encontró contaminación excepto en 3L de agua de dilución contenida en botellas las cuales fueron preparadas en el mes de enero. Dicha contaminación fue debida a un mal almacenaje del agua de dilución, ya que las botellas fueron abiertas después de su esterilización y puestas en un gabinete sin protección alguna contra el medio ambiente.

Cuadro 3. Cantidades aproximadas de los medios, caldos, agua de dilución y material vacío preparadas por semana.

Medios y caldos de cultivo, aguas de dilución y soluciones	Cantidad por semana
Agua de dilución	10 L
Tubos de 10 mL caldo verde bilis brillante al 2%	5L
Matraces de 300mL con agua destilada	4L
Lisina	1L
Solución buffer	1L
YPG	400mL
Tubos de sosa 1N	200mL
Tubos de 10mL de peptona	200mL
Matraces de 125mL de peptona	100mL
Material vacío para toma de muestras	15 frascos

8. CONCLUSIONES

La realización de la estancia industrial en Ácidos Orgánicos, S.A. de C.V. “Levadura la Florida” fue una gran experiencia para conocer más a detalle la importancia que tienen todos los análisis microbiológicos llevados a cabo en una empresa dedicada a elaborar alimentos, además de comprender la importancia que tienen los cultivos madre para la propagación de células.

◊ Durante el periodo de realización de estancia industrial no existió contaminación alguna en los medios de cultivo para la propagación de la levadura, además de haber sido preparados con las cantidades exactas de los ingredientes y cumplir con el pH requerido para su fin, lo cual se vio reflejado en una producción continua y obteniendo producto terminado que cumplió con sus especificaciones.

◊ Los frascos y tubos vacíos empleados para muestreo fueron esterilizados de manera correcta lo cual se comprobaba con el uso de cintas indicadoras durante su esterilización, por lo tanto los muestreos llevados a cabo con estos materiales fueron veraces.

◊ En la preparación de los medios de cultivo, caldos, soluciones buffer y agua de dilución ninguno presentó contaminación excepto 3L de agua de dilución, para lo cual se tomaron algunas acciones correctivas como colocar las botellas con agua en un anaquel cerrado y no permitir la entrada de personal ajeno al área de microbiología.

9. RECOMENDACIONES

✓ Debido a la que la actividad más importante en el laboratorio de microbiología es la preparación del medio de cultivo para propagación de la levadura, es necesario capacitar adecuadamente al personal encargado de prepararlo, para que de ésta se garantice que el medio cumple con todos los requerimientos necesarios para la propagación de la levadura además de asegurar la inocuidad de éste.

✓ De igual forma la correcta preparación de los medios y caldos de cultivo es necesaria para obtener resultados certeros de la calidad microbiológica del producto terminado, por lo que es importante siempre contar con los ingredientes necesarios para su preparación y tener en consideración el tiempo de rendimiento o duración de éstos y el tiempo de entrega en los proveedores tardan en volver a surtir cada ingrediente con la finalidad de garantizar el adecuado contenido de los medios y por lo tanto asegurar que los análisis realizados con éstos son veraces.

✓ Es importante llevar a cabo una adecuada esterilización de todo el material empleado en el área de microbiología, por lo que es importante hacer revisiones periódicas al funcionamiento de las autoclaves para verificar que estén trabajando con la presión y temperatura requerida.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Lee, B. H. 1996. Fundamentos de biotecnología de los alimentos. Acribia, S.A., Zaragoza, España. Pp 201-203.
2. Owen, P. W. 1989. Biotecnología de la fermentación. Acribia, S.A., Zaragoza España. Pp 126-127
3. Quaglia, G. 1991. Ciencia y Tecnología de la panificación. Acribia, S.A., Zaragoza España. Pp 221-229
4. Volk, W. A. 1992. Microbiología básica. 7ª ed. Harla, S.A de C.V. México. Pp 40-47, 307-309
5. <http://www.hayas.edu.mx/bach/alimentos/definicion.html> 10/03/07

ANEXO 1.

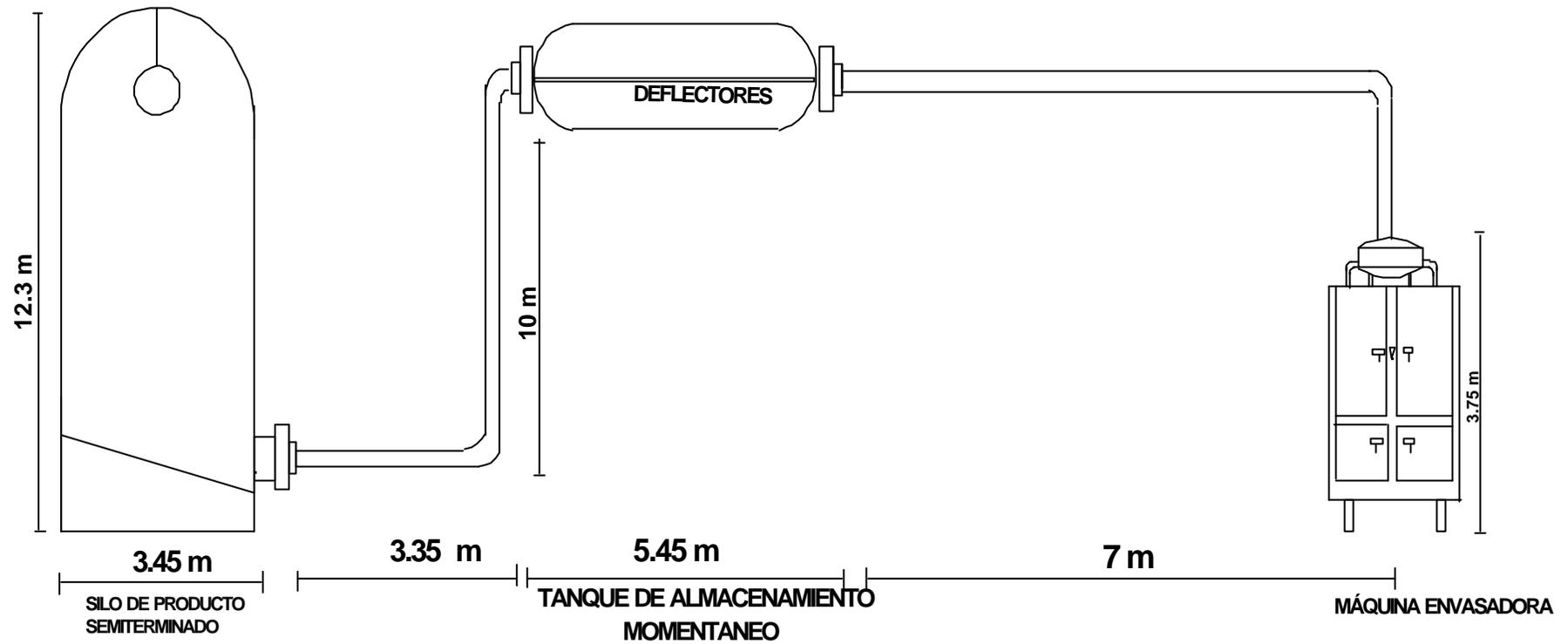


FIGURA 15. UBICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO MOMENTÁNEO

ANEXO 2.

Presión ideal con la que debe llegar la leche a la máquina:

Peso específico de la leche: $\gamma = 10.10 \text{ N/m}^2$

Volumen presente en silo: $V5 = 90550 \text{ m}^3$

Altura que presenta el V5 en el silo: $H5 = 9.8\text{m}$

Diferencia de altura entre el nivel de leche en el silo y el nivel al que llena la máquina:

$\Delta z5 = 6.05 \text{ m}$

Energía añadida al fluido mediante un dispositivo mecánico (bomba): $hA = 0.175 \text{ m}$

Perdidas de energía debidas a la presencia de válvulas y conectores: $hL = 0.231 \text{ m}$

Presión ideal con la que debe llegar la leche a máquinas envasadoras: $Pm5$

$P5 = H5 * \gamma$ $P5 = 98.98 \text{ kPa}$

$$Pm5 := \left(\frac{P5}{\gamma} + \Delta z5 + hA - hL \right) \cdot \gamma \quad Pm5 = 159.524 \text{ kPA}$$