

144



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

“IMPLANTACIÓN DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN SINCRONIZADA (MÉTODO DBR) EN UNA PLANTA QUÍMICA”

TRABAJO ESCRITO

VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTÍNUA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A N:

ULISES SALVADOR SANDOVAL OROZCO
SERGIO CANALES DE LA FUENTE



MÉXICO, D.F.



277626

2000

EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUÍMICA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado Asignado:

| | | |
|---------------|-------|------------------------------|
| Presidente | Prof. | EDUARDO ROJO Y DE REGIL |
| Vocal | Prof. | NAPOLEÓN SERNA SOLÍS |
| Secretario | Prof. | ERNESTO PÉREZ SANTANA |
| 1er. suplente | Prof. | LEÓN CARLOS CORONADO MENDOZA |
| 2o. suplente | Prof. | ALEJANDRO IÑIGUEZ HERNÁNDEZ |

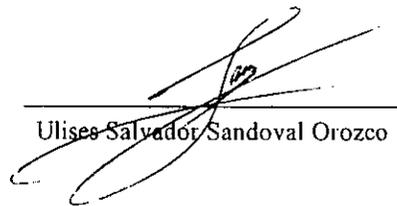
Sitio donde se desarrolló el tema: Facultad de Química de la U.N.A.M.

Asesor del tema

Sustentante

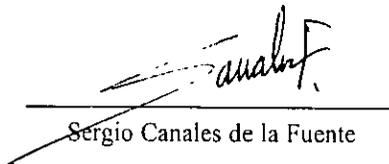


Ing. Napoleón Serna Solís



Ulises Salvador Sandoval Orozco

Sustentante



Sergio Canales de la Fuente

TRABAJO PARA SER PRESENTADO
POR EL JURADO

18 MAYO 1998

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, como una pequeña muestra de agradecimiento por su amor y sacrificio, cuya presencia y apoyo han sido invaluable para superar los momentos difíciles de mi vida.

A mi esposa Alejandra, cuyo amor y paciencia me han dado la fuerza para llegar a la meta y siempre ha estado a mi lado para apoyarme y comprenderme

A mis hijos Fabiola, Rodrigo y Diego, esperando los motive a plantearse metas y alcanzarlas.

A mis abuelos, por haberme inculcado verdaderos valores y educarme con cariño.

A Fabiola, por compartir conmigo los mejores momentos de su vida.

A mi familia, quienes siempre me han hecho sentir que puedo alcanzar mis metas y contar con ellos.

A mis amigos, quienes se han preocupado de que no deje tareas sin concluir y me han dado el regalo de la amistad.

Al Ing. Napoleón Serna, quien se ha convertido en mi guía en el proceso de descubrir que el camino de la autorrealización es un proceso continuo y que además es una satisfacción en sí mismo.

IMPLANTACIÓN DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN SINCRONIZADA (MÉTODO DBR) EN UNA PLANTA QUÍMICA

| | Página |
|---|--------|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| | |
| CAPITULO 1. LOS PROCESOS DE MANUFACTURA..... | 4 |
| 1.1 EL MÉTODO: JUSTO-A-TIEMPO (Just-in-time)..... | 4 |
| 1.2 EL MÉTODO OCCIDENTAL: POR-SI-ACASO (Just-in-case)..... | 4 |
| 1.3 UN NUEVO SISTEMA - DBR..... | 5 |
| 1.4 EL SISTEMA - DBR EN UN CASO DE PRODUCCIÓN SINCRONIZADA..... | 13 |
| | |
| CAPITULO 2. EL PROCESO DE PRODUCCIÓN SINCRONIZADA (MÉTODO DBR)..... | 15 |
| 2.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DBR..... | 15 |
| 2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS CCR'S EN LA PLANTA QUÍMICA..... | 16 |
| 2.2.1 RUTA DE PRODUCCIÓN PARA LA LÍNEA DE PRODUCTOS..... | 16 |
| 2.2.2 BUSCANDO EL CCR..... | 17 |
| 2.2.3 BUSCANDO EL CCR EN MES CON MERCADO RESTRINGIDO..... | 26 |
| | |
| CAPITULO 3. LOS PROCESOS DE OBTENCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS..... | 30 |
| 3.1 GENERALIDADES..... | 30 |
| 3.2 PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS A NIVEL MUNDIAL.. | 30 |
| 3.2.1 DESDOBLAMIENTO..... | 30 |
| 3.2.2 DESTILACIÓN..... | 37 |
| 3.2.3 SEPARACIÓN..... | 43 |
| 3.2.4 HIDROGENACIÓN..... | 46 |
| 3.3 PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN LA EMPRESA ANALIZADA..... | 48 |
| 3.3.1 HIDROGENACIÓN..... | 48 |
| 3.3.2 GLICERINA..... | 48 |
| 3.3.3 DESDOBLAMIENTO..... | 48 |
| 3.3.4 DESTILACIÓN..... | 49 |
| 3.3.5 ESCAMADO..... | 50 |
| 3.3.6 ESTERIFICACIÓN..... | 50 |
| 3.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA..... | 50 |
| 3.4.1 EXPECTATIVAS..... | 51 |

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 4. IMPLANTACIÓN DE UN PROCESO DE MEJORA CONTÍNUA EN LA PLANTA QUÍMICA DE ÁCIDOS GRASOS..... | 53 |
| 4.1 SIMULACIÓN DEL MANEJO DE INVENTARIOS APLICANDO EL MÉTODO DBR..... | 53 |
| 4.1.1 PREMISAS DEL MODELO PROPUESTO..... | 53 |
| 4.1.2 SIMULACIÓN CON PROPUESTAS DE VOLUMEN..... | 69 |
| 4.1.3 COMPARACIÓN ENTRE LOS INDICADORES DE OPERACIONES Y RESULTADOS ACTUALES VS. SIMULADOS..... | 81 |
| 4.1.4 RAZONES FINANCIERAS DE LA EMPRESA ANALIZADA..... | 82 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 95 |
| ANEXO A. APLICACIONES Y USOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS | |
| ANEXO B. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS ÁCIDOS GRASOS | |
| BIBLIOGRAFÍA | |

INTRODUCCIÓN

Las áreas productivas en las empresas procuran tradicionalmente protegerse en cuanto a las demandas consideradas en lo referente a las capacidades de producción involucradas en los diferentes procesos.

Esa protección se refleja en el hecho de que la producción se mantiene a través del tiempo en los mismos niveles sin ser cuestionadas estas capacidades, ya que los recursos con que cuentan las áreas productivas normalmente permanecen constantes por un período prolongado de tiempo.

La inquietud que motivó este trabajo es que aun cuando los recursos permanecen constantes, existen nuevas formas en el manejo de procesos e inventarios que hacen susceptibles de mejora los procesos productivos, y, en consecuencia, provocan un aumento en la producción, siempre que se analicen adecuadamente cada uno de los recursos que participan en el proceso productivo de la empresa. Además, esto nos permite conocer en mayor detalle la manera de operar de la planta en su conjunto, de tal suerte que incluso la logística de los procesos puede modificarse a fin de ser congruentes con las necesidades que el mercado demanda y lograr mayor eficiencia en la operación en general.

Conforme al señalamiento que se hace en el libro de "La Carrera", hoy en día toda empresa productiva, incluidas las de la industria química, enfrentan serios problemas para el manejo de sus procesos e inventarios y por ende, de la producción completa de la planta.

Desde la década de los 70's se ha hecho patente una carrera sin precedentes hacia la supremacía en la competitividad. La industria como un todo ha pasado del enfoque basado en "rendimiento" hasta el de "cero defectos", lo cual se traduce en que la calidad en los procesos de manufactura ha crecido en términos de cuatro órdenes de magnitud en los últimos veinte años.

Lo anterior, aunado a que el ciclo de vida de los productos es cada vez menor y la automatización de los equipos y procesos de manufactura crece vertiginosamente, nos ha llevado a seguir el ejemplo japonés de los Sistemas Flexibles de Manufactura, en que se manejan lotes de producción pequeños, que pueden ajustarse dinámicamente a los rápidos cambios en el diseño que el mercado demanda.

Como consecuencia surgieron dos tendencias:

- ☉ La americana, conocida como "Planeación de Requerimientos de Materiales", en la que se pasó de las técnicas manuales a las computarizadas para controlar los pedidos y el flujo de materiales dentro de la planta.
- ☉ La japonesa, conocida como "Justo a Tiempo", en la que el enfoque es incrementar la rotación de inventarios de forma tan dramática, que se llega a tener una rotación de inventarios "negativa", en la que se paga por el producto terminado incluso antes de pagar por la materia prima, como el caso de algún restaurante de comida rápida.

A raíz de lo anterior, aparecieron una infinidad de técnicas para el control de la productividad, tales como el "Control Estadístico de Procesos (SPC)", la "Tecnología Grupal (GT)", las "Fábricas Abiertas (OF)", la "Fabricación Integrada por Computadora (CIM)" y otras similares, dentro de las cuales se encuentra la "Manufactura Sincronizada" (DBR), en que se pretende que todos los elementos de un proceso de manufactura "marchen" a un mismo ritmo, señalado por un recurso con capacidad restringida, que es el que en realidad marca la pauta en cuanto a las capacidades de producción a las que puede la planta en conjunto operar.

Sintéticamente, estas técnicas pueden resumirse de la siguiente manera: (1)

- ✓ *Control Estadístico de Proceso (SPC)*: A intervalos periódicos, el operador mide una pequeña muestra de la producción y traza en un diagrama el promedio de las lecturas. Si el promedio cae entre los límites de control superior e inferior previamente fijados, no se hace nada. Si el punto trazado cae fuera de los límites, hay que hacer algo.
- ✓ *Tecnología Grupal (GT)*: También conocida como "Manufactura Celular", consiste en agrupar mini-líneas de producción -denominadas "células- para cada familia de piezas a manufacturar. Las células generan centros de responsabilidad donde antes no los había. Hay un solo supervisor o jefe de célula, quien se encarga de hacer mejoras en materia de calidad, costos, tiempos de producción e inventarios, entre otros.
- ✓ *Fábricas Abiertas (OF)*: Consiste en agrupar dentro de una misma área líneas de producción claramente diferenciadas, de tal manera que se facilite la integración del personal que labora en cada una de ellas, optimizando el proceso productivo.
- ✓ *Fabricación Integrada por Computadora (CIM)*: Es un medio tecnológico que permite reducir los tiempos de ingeniería; asimismo, suministra una base de datos común para los diseñadores que trabajan en sitios alejados. Esto ayuda a garantizar que se usen piezas estándar y evita el desperdicio de tiempo por usar piezas nuevas. El computador también es útil en el control de configuraciones, incluido el control de los cambios de ingeniería.

1 Schonberger, Richard J., *Manufactura de Categoría Mundial*, Grupo Editorial Norma, Colombia, 1991

2 Goldratt, Eliyahu M. y Fox, Robert E., *La Carrera*, Ediciones Castillo, S.A. de C.V., México, 1992

- ✓ *Manufactura Sincronizada (DBR)*: Este sistema reconoce que en todas las plantas hay unos cuantos recursos con restricción de capacidad y, nos enseña que esa restricción dictará la velocidad de producción de toda la planta. (2)

El objetivo de este trabajo es mostrar de una forma práctica esta última técnica (DBR), de tal suerte que coadyuve a la optimización de recursos dentro de la planta, a un mejor manejo de inventarios y en consecuencia a una reducción en los costos de operación. Asimismo, redundará en una mejora sustancial del retorno sobre la inversión y en un incremento del flujo de efectivo de la empresa, que a su vez genera mayores utilidades.

Esquemáticamente, este trabajo está integrado por tres bloques:

1. Este bloque consta de los capítulos 1 y 2, en los que se describen los procesos de manufactura comunmente utilizados en las plantas en general, para luego abundar específicamente sobre el sistema DBR aplicado a una planta química. El sistema DBR fue concebido originalmente para aplicarse en una planta de manufactura; sin embargo, nosotros lo adaptamos para ser aplicado en una planta química.
2. Este bloque consta del capítulo 3, en el que se describen con detalle los diversos procesos químicos que se llevan a cabo en la empresa analizada, la cual específicamente se dedica a la obtención de ácidos grasos.
3. Este bloque consta del Capítulo 4, en el que se propone y diseña el modelo de producción sincronizada (DBR) aplicado a la planta química analizada.

Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones que se derivarían de la implantación del proceso de producción sincronizada en dicha planta.

CAPITULO 1. LOS PROCESOS DE MANUFACTURA

1.1 EL MÉTODO: JUSTO-A-TIEMPO (Just-in-time)

En este método se establece un amortiguador de inventario predeterminado entre cada uno de dos centros de trabajo. El amortiguador le dice al trabajador del centro de trabajo precedente dos cosas: cuándo trabajar y cuándo no trabajar. Cuando se llena el amortiguador, el trabajador precedente deja de trabajar. Cuando el amortiguador no está lleno, trabaja. El flujo de trabajo está sincronizado de manera que el inventario sea bastante bajo en comparación con nuestros modos convencionales de operar.

Existe, sin embargo, una desventaja importante en este tipo de sistema. Cualquier perturbación significativa en el centro de trabajo causará que el flujo en general se detenga. Estas perturbaciones son sumamente caras puesto que, de no haber ocurrido, se hubieran podido producir artículos adicionales, exclusivamente por el costo de la materia prima, esencialmente. Esta es la razón por la cual hay que poner atención particular a la reducción de las fluctuaciones y las perturbaciones en el flujo de materiales. Las máquinas deben de ser muchísimo más confiables. Los tiempos de preparación deben de reducirse y hacerse predecibles. Las sobrecargas de producción deben evitarse, y así sucesivamente. Lograr la eliminación de estos problemas no es una tarea trivial.

En el sistema Justo-a-tiempo la demanda del mercado es lo que marca el ritmo del tambor. La liberación de materia prima hacia la planta es resultado de una reacción en cadena que se inicia cuando la operación final le suministra materiales al mercado. Cuando se le embarcan productos a un cliente, la operación final sustituye a estos bienes retirando y procesando una cantidad equivalente de material del amortiguador que se encuentra entre ella y la operación precedente. El uso de este material le envía una señal a la operación precedente de que re abastezca el material que acaba de ser sustraído del amortiguador. Esta reacción en cadena, a la larga causa que una cantidad equivalente de materia prima se libere hacia la planta.

En este enfoque, lo que limita a los inventarios es la longitud de los amortiguadores predeterminados de tiempo, y son mucho más bajos que en el enfoque de Por-si-acaso.

1.2 EL MÉTODO OCCIDENTAL: POR-SI-ACASO (Just-in-case)

Este método puede caracterizarse como un sistema en donde el exceso de capacidad de la primera operación lleva el tambor que dicta cuándo va a liberarse la materia prima hacia la planta. Recordemos que generalmente cuando un trabajador no tiene nada que hacer, le buscamos más materiales para que tenga que hacer.

El resultado de esto es un inventario muy superior al que se tendría en un sistema Just-in-time.

1.3 UN NUEVO SISTEMA - DBR

En todas las plantas hay solamente unos cuantos recursos con restricción de capacidad (CCR, de las siglas en inglés "Capacity Constraint Resource") - soldados débiles. El método DBR (Drum-Buffer-Rope, que significa Tambor-Amortiguador-Cuerda) reconoce que esa restricción dictará la velocidad de producción de toda la planta. Así que tratemos al principal recurso con restricción de capacidad como si fuera el tambor. Su velocidad de producción funge como el ritmo del tambor para toda la planta. También necesitamos establecer un amortiguador de inventario frente a cada CCR. Este amortiguador contendrá solamente el inventario necesario para mantener ocupado al CCR durante el siguiente intervalo de tiempo predeterminado (de aquí en adelante nos referiremos a ese amortiguador como "amortiguador de tiempo").

Para poder asegurar que el inventario no crezca más allá del nivel dictado por el amortiguador de tiempo, debemos limitar la velocidad a la cual se liberan materiales hacia la planta. Debe amarrarse una cuerda desde el CCR a la primera operación. En otras palabras, la velocidad a la cual la operación de entrada podrá liberar materiales hacia producción será gobernada por la velocidad a la cual esté produciendo el CCR. Este concepto parece correcto, así que inventemos un procedimiento para implantar el enfoque logístico de DBR (sistema de tambor-amortiguador-cuerda) en una planta. Un buen sistema de logística debe de tener medios (planes y programas) para controlar el flujo de materiales hacia, por, y desde nuestras plantas sin importar lo complicado que sea. Tal es el procedimiento que necesitaremos desarrollar para este caso en particular.

En el libro "La Carrera" se plantea como justificación para usar este sistema DBR el mejoramiento de un conjunto muy usado de tres indicadores que no son indicadores de resultados ni indicadores de costos. Estos indicadores son ventas totales, inventario total y total de gastos de operación. Como primer paso definen qué es lo que quieren decir precisamente con ventas, inventarios y gastos de operación.

THROUGHPUT: La velocidad a la que el sistema genera dinero a través de las ventas.

INVENTARIO: Todo el dinero que el sistema invierte en la adquisición de cosas que pretende vender.

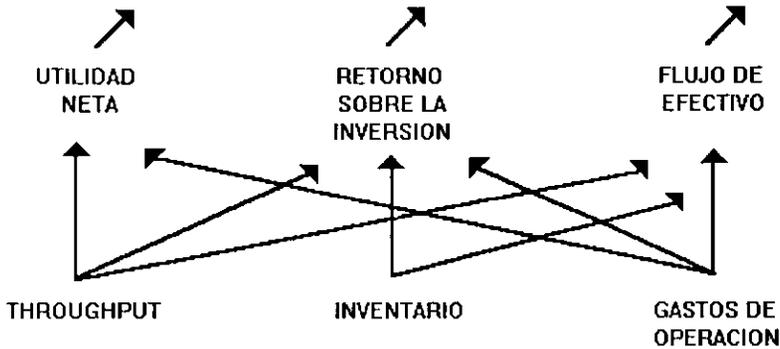
GASTOS DE OPERACIÓN: Todo el dinero que el sistema gasta en transformar el inventario en throughput.

Sabemos que la meta es ganar dinero y que se mide el avance hacia ella, mediante los tres indicadores de resultados financieros (utilidad neta, retorno sobre la inversión y flujo de efectivo). Si realizamos acciones que incrementen a estos tres indicadores en forma simultánea, definitivamente estaremos avanzando en la dirección correcta.

La relación entre throughput, inventarios y gasto de operación y los indicadores de resultados se puede ver cuando se incrementa el throughput sin afectar adversamente los inventarios ni los gastos de operación, entonces la utilidad neta, el retorno sobre la inversión y el flujo de efectivo se incrementan simultáneamente. Logramos el mismo resultado al reducir el gasto de operación sin afectar de manera adversa al throughput o los inventarios.

Cuando analizamos el impacto de reducir los inventarios vemos que el resultado de esto no es el mismo. Reducir los inventarios incrementa sólo el retorno sobre la inversión y el flujo de efectivo. Aparentemente no tiene un impacto directo sobre la utilidad neta. ¿Debemos concluir que el inventario es menos importante que el throughput o el gasto de operación?

**EL IMPACTO DIRECTO:
INDICADORES DE OPERACION
Y RESULTADOS**

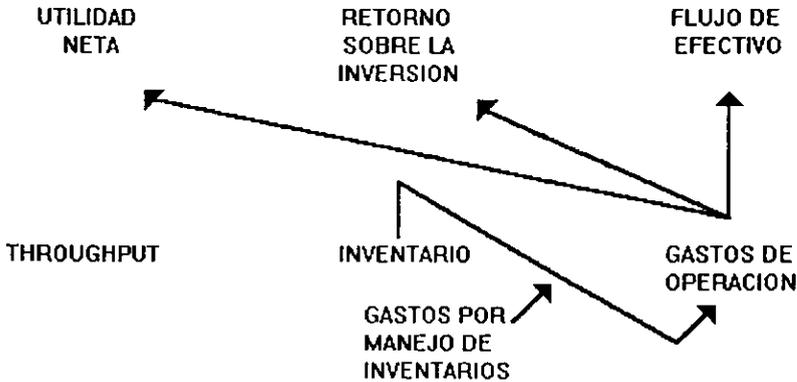


Fuente: Goldratt, Eliyahu M. y Fox, Robert E. La Carrera. Ediciones Castillo, S.A. de C.V. México, 1992

El inventario frecuentemente ha sido considerado en una posición secundaria. Cuando lo examinamos más detenidamente, vemos que el inventario sí tiene un impacto sobre la utilidad neta y también tiene un efecto adicional sobre los otros dos indicadores de resultados. Sin embargo, estos impactos son indirectos - a través del canal del cargo por manejo de inventarios.

El impacto indirecto del inventario sobre los tres indicadores de resultados típicamente se estima mediante el uso de los cargos por manejo. Se reconoce que la reducción del inventario reduce una serie de gastos de operación, como el cargo de intereses, espacio de almacenamiento, mermas, obsolescencia, manejo de materiales, repetición de trabajos. Recientemente la mayoría de las compañías han estimado que su cargo anual por manejo de inventarios se encuentra alrededor del 25% del valor de inventario (valor que incluye mano de obra y gastos indirectos). Puesto que reducir los inventarios reduce el gasto de operación, incrementa los tres indicadores de resultados.

**EL IMPACTO INDIRECTO:
INVENTARIO Y GASTOS DE MANEJO DE INVENTARIOS
LA VISION OCCIDENTAL**



Fuente: Goldratt, Eliyahu M. y Fox, Robert E. La Carrera. Ediciones Castillo, S.A. de C.V. México, 1992

Ahora podemos ver que la reducción del inventario tiene un impacto doble en el retorno sobre la inversión y el flujo de efectivo, debido a sus impactos directo e indirecto. Hay sólo un impacto indirecto sobre la utilidad neta, a saber, a través del canal del cargo por manejo de inventarios.

Creemos que existe un segundo impacto indirecto del inventario, que aún no ha sido reconocido por nuestros sistemas financieros. Hay una sensibilización cada vez mayor en la industria occidental de que existen beneficios "intangibles" derivados de la reducción de los inventarios, los cuales son más importantes que cualquier otra cosa. Estamos reconociendo, cada vez más que el inventario tiene un impacto significativo sobre nuestra postura de competitividad en el mercado.

Para poder clarificar este impacto, debemos examinar los elementos que comprenden la competitividad en el mercado.

Podemos ganar ventajas competitivas teniendo mejores productos, precios más bajos o una respuesta más rápida. Curiosamente, cada una de estas categorías se pueden dividir en dos ramas distintas.

QUE PAPEL DESEMPEÑA LA REDUCCIÓN DE INVENTARIOS?



Fuente: Goldratt, Eliyahu M. y Fox, Robert E. La Carrera. Ediciones Castillo, S.A. de C.V. México, 1992

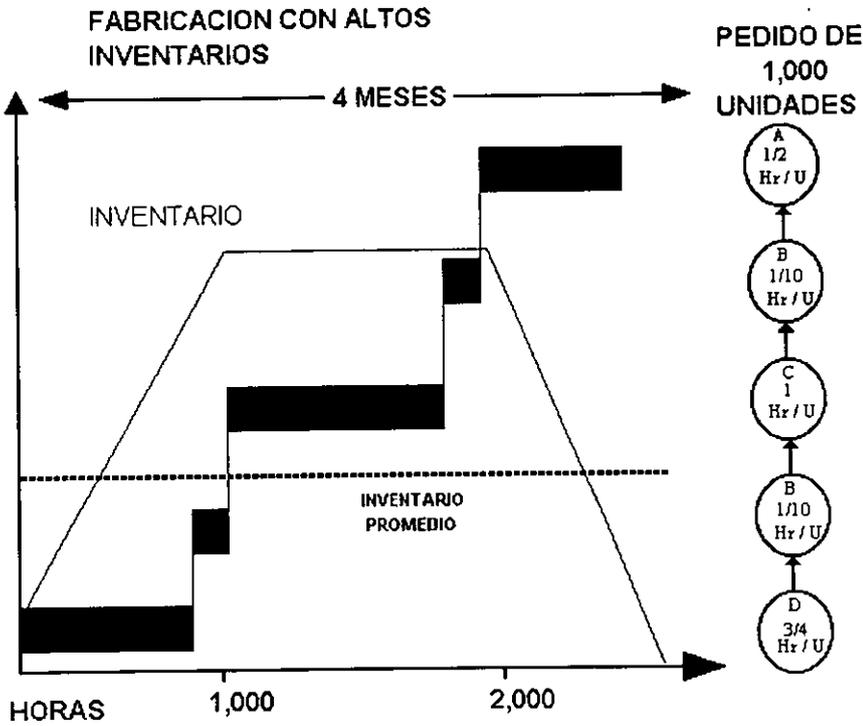
Creemos que estos seis elementos comprenden los aspectos de la ventaja competitiva para los mercados de hoy y de mañana. La verdadera carrera hoy no se libra en sólo uno de estos aspectos, sino en la totalidad de los seis. Curiosamente, la mayoría de estos elementos son considerados por nuestros sistemas financieros como intangibles. Quizá deberíamos considerarlos como nuestro throughput futuro. Vamos a mostrar, mediante un sencillo ejemplo, el verdadero impacto del inventario sobre nuestro throughput futuro y los seis elementos de la ventaja competitiva.

Podemos explorar el impacto que los inventarios tienen sobre los seis elementos de la ventaja competitiva comparando un entorno manufacturero de altos inventarios contra uno de bajos inventarios (considerar que en este trabajo estaremos tratando no con un proceso de manufactura, sino con un proceso de producción).

En la manufactura con alto inventario cada operación termina todo su trabajo antes de pasar nada del material a la siguiente operación. Conforme se va alimentando material a la planta, se eleva el nivel de inventario de productos en proceso de fabricación y éste no comienza a descender en tanto no se complete el producto en la última operación y se pueda embarcar.

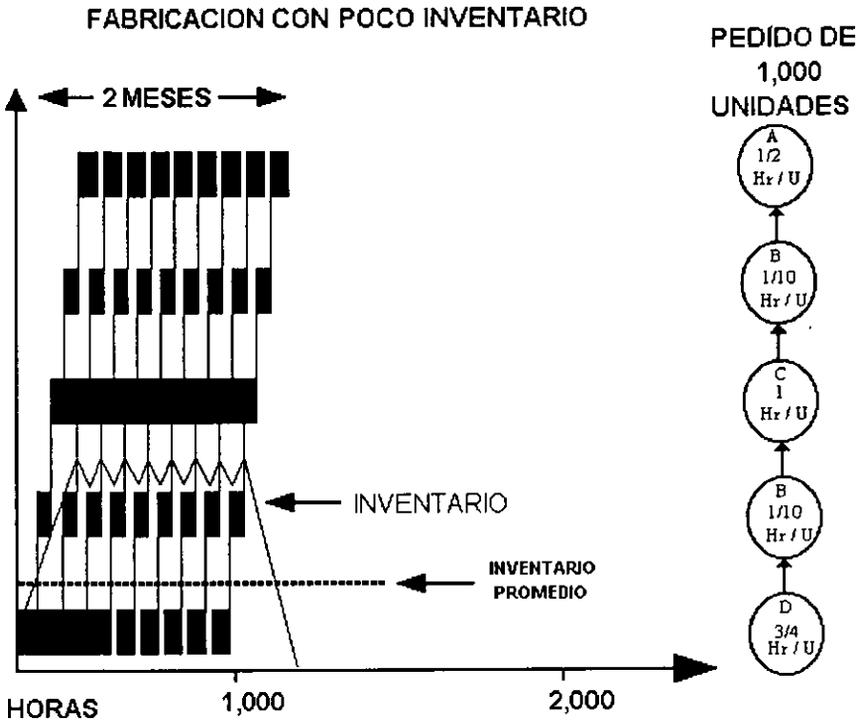
En este ejemplo de manufactura con bajos inventarios, hay sólo dos cambios. Primero, hemos separado y trasladado los lotes. Ya no tenemos que esperar hasta que cada operación haya completado el pedido entero antes de pasar las piezas listas a la siguiente operación. Además hemos reconocido que en cualquier proceso hay una operación que es la restricción, la operación más cargada o la que se tarda más tiempo que las demás.

En este ejemplo, se trata de la operación C. Puesto que se reconoce que C es la restricción, hemos decidido alimentar materia prima al proceso sólo en cantidades suficientes para mantener a la restricción, y no a la primera operación ocupada. Como resultado de estos dos cambios, el nivel de inventario de productos en proceso de fabricación es mucho más bajo, y el pedido se completa en más o menos la mitad del tiempo. Con todo y que estos beneficios son atractivos, nuestra verdadera misión es explorar qué impacto producen en los seis elementos de la ventaja competitiva las operaciones con inventarios altos y las de inventarios bajos.



Fuente: Goldratt, Eliyahu M. y Fox, Robert E. La Carrera. Ediciones Castillo, S.A. de C.V. México, 1992

En el ejemplo anterior se supone que una compañía tiene un pedido por 1,000 unidades que se fabrican en un proceso de cinco pasos. En la manufactura con alto inventario, el material se procesa y se mueve por toda la planta en un único lote de 1,000 piezas. En este ejemplo con alto inventario, se necesitan como cuatro meses para completar el pedido aún cuando se tenga la planta en operación 24 horas al día y siete días a la semana. Esto contrasta marcadamente con la manufactura con bajo inventario, como lo veremos en seguida.



Fuente: Goldratt, Eliyahu M. y Fox, Robert E. La Carrera. Ediciones Castillo, S.A. de C.V. México, 1992

Podemos concluir para cada uno de los seis aspectos que comprenden actualmente las ventajas competitivas en los mercados actuales, en base a lo anteriormente expuesto, lo siguiente:

COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS DE ALTO vs. BAJO INVENTARIO:

CONTROL DE CALIDAD:

| ALTO INVENTARIO | BAJO INVENTARIO |
|---|---|
| ¡Cualquier daño se detecta después de cuatro meses! ¿Que probabilidades hay de localizar la causa? | Cualquier daño se detecta cuando el proceso en que tuvo lugar aún está en operación |

CAMBIOS DE INGENIERÍA: Suponiendo un cambio de ingeniería un mes después de comenzar a elaborar un pedido como el del ejemplo anterior.

| ALTO INVENTARIO | BAJO INVENTARIO |
|---|--|
| Cualquier producto mejorado estará disponible únicamente varios meses después de que se haga el cambio de ingeniería. | El producto mejorado estará disponible en menos de dos semanas |

ALTOS MÁRGENES: Se supone que mercadotecnia promovió la entrega de un pedido como el del ejemplo anterior en tres meses.

| ALTO INVENTARIO | BAJO INVENTARIO |
|--|---|
| La planta se ve forzada a emplear una cantidad considerable de horas extras. | El tiempo de producción de la planta es inferior al plazo que mercadotecnia prometió. No se necesitará trabajar horas extras. |

INVERSIÓN POR UNIDAD:

| ALTO INVENTARIO | BAJO INVENTARIO |
|--|--|
| La última operación tiene una carga de trabajo marcadamente elevada por mucho tiempo. Las presiones de que se envíe el pedido pueden obligar a la planta a adquirir más maquinaria, la cual estará ociosa la mayor parte del tiempo. | La carga de trabajo es más uniforme en la última operación, no se requiere de una inversión adicional. |

DESEMPEÑO PUNTUAL: (VALIDEZ DE PRONÓSTICOS)

| ALTO INVENTARIO | BAJO INVENTARIO |
|---|---|
| Se comienza la producción con base en una suposición. Oscilamos entre un excedente de inventario de mercancía terminada y un incumplimiento de las fechas de entrega. | Se comienza la producción con base en un buen conocimiento, cumplimiento muy superior al 90%. |

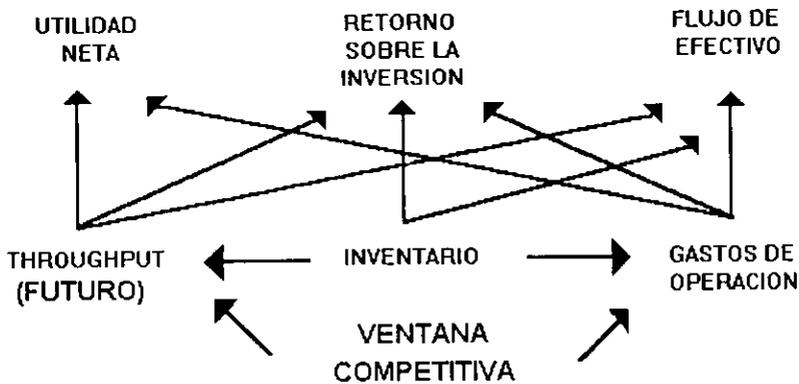
PLAZOS DE ENTREGA

| ALTO INVENTARIO | BAJO INVENTARIO |
|-------------------------------------|---|
| Tiempos estimados de entrega largos | Los tiempos de entrega son mucho más cortos |

El análisis de los elementos de la ventaja competitiva ilustra cuán estrechamente se enlaza el inventario con las ventas (throughput). Ahora en nuestras mentes el inventario debe estar asociado con las ventas futuras, con nuestra habilidad para sobrevivir y pervivir en los mercados del mañana. Mientras más inventarios llevemos, menos prometedor será el futuro. Mientras menos inventarios llevemos actualmente, más asegurado estará nuestro porvenir.

Estos nuevos eslabones indirectos tienen un importante impacto sobre el throughput futuro y un impacto adicional inesperado sobre los gastos de operación. A esto le llamamos *Canal de la Ventaja Competitiva*. Ahora nos enfrentamos a una situación en la que los inventarios inciden en nuestra utilidad neta dos veces y en el retorno sobre la inversión y nuestro flujo de efectivo tres veces. Cualquiera reconoce la importancia del throughput. Estamos igualmente conscientes de la importancia del gasto de operación. Ya era hora de que se reconociera la importancia del inventario.

**IMPACTO DE LA VENTAJA
COMPETITIVA:
INDICADORES DE OPERACIONES
Y RESULTADOS**



Fuente: Goldratt, Eliyahu M. y Fox, Robert E. La Carrera. Ediciones Castillo, S.A. de C.V. México, 1992

Actualmente hay una carencia de sistemas de logística eficaces para bajar los inventarios sin correr el riesgo de perder el throughput o de incrementar los gastos de operación. Por consiguiente, tradicionalmente nos hemos asido del inventario como si fuera una cobija de seguridad para protegernos de las complejidades y las perturbaciones de nuestras plantas y lo vago de la demanda de los clientes.

La frenética carrera por una ventaja competitiva ha cambiado todo eso. Actualmente existe una búsqueda frenética a nivel mundial por encontrar un sistema de logística

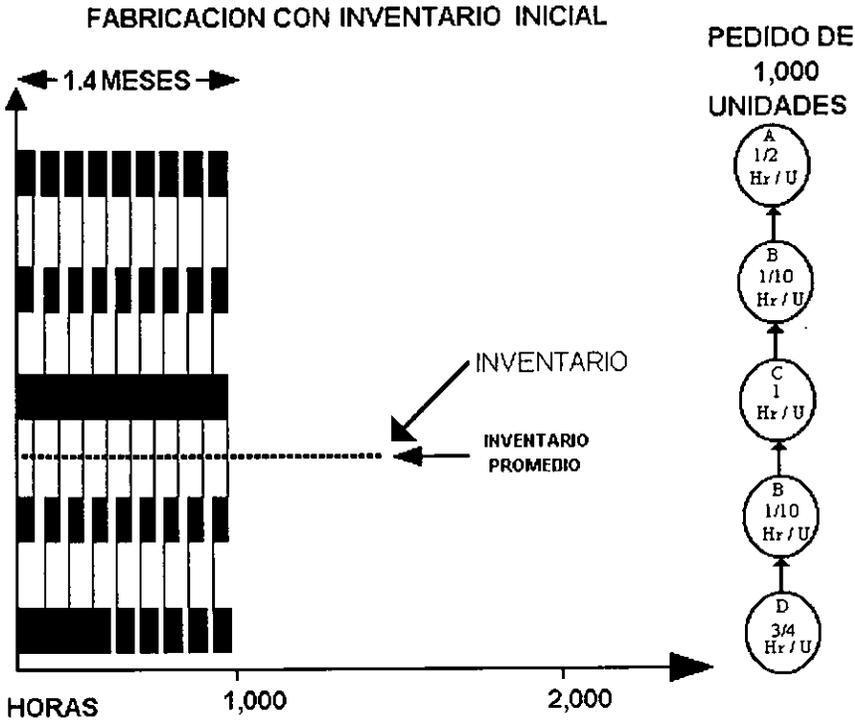
mejorado. Ha sido acuñada una nueva expresión que se ha puesto de moda: la manufactura sincronizada, para tratar de abarcar una mejor manera de manejar el flujo de los materiales, del cual ya se habló al principio de este capítulo.

1.4 EL SISTEMA - DBR EN UN CASO DE PRODUCCIÓN SINCRONIZADA

En el presente trabajo tratamos el caso de una empresa que no lleva a cabo procesos de manufactura como los que se tratan en el libro de la carrera, pero nos proponemos diseñar la implantación de un proceso de producción sincronizada en dicha empresa.

Lo anterior, y como una explicación previa a lo que nos proponemos iniciar a partir del capítulo 2, nos obliga a tomar el ejemplo con el que hemos venido trabajando en el presente capítulo y adecuarlo a las condiciones a las que nos vemos obligados a trabajar.

Supongamos que empezamos a producir con inventarios de productos en proceso. Esto nos lleva a concluir que el inventario promedio (materia prima y producto en proceso) se mantendrá igual durante todo el tiempo de producción sincronizada, lo cual vendría a contradecir en lo que anteriormente se ha insistido, esto es, lo ventajoso que resulta trabajar con bajos inventarios. Sin embargo nosotros proponemos que la desventaja anterior se verá compensada con el hecho de que el tiempo de producción resultará considerablemente menor.



Fuente: Investigación autores

Lo expuesto en el presente capítulo nos compromete a mantener los inventarios de producto en proceso a niveles constantes durante todo el intervalo de producción y a niveles que sean congruentes con lo que se establece en este sistema DBR. También el inventario de producto en proceso que se encuentra inmediatamente antes del recurso de capacidad restringida será el que deberá estar en un nivel superior a los demás.

El ejemplo anterior que nosotros planteamos nos lleva a la conclusión de que esta forma de planear el manejo de los inventarios podrá aplicarse a todos aquellos procesos de producción continua, con mercado demandando el mismo producto, que generalmente ocurren en las industrias química y petroquímica; como es el caso de la empresa que tratamos en el presente trabajo.

CAPITULO 2. EL PROCESO DE MANUFACTURA SINCRONIZADA **(MÉTODO DBR)**

2.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DBR

Tradicionalmente, en nuestras plantas de producción, nos hemos asido del inventario como si fuera una cobija de seguridad para protegernos de las complejidades y las perturbaciones de nuestras plantas y lo vago de la demanda de los clientes. Actualmente existe una búsqueda frenética a nivel mundial por encontrar un sistema de logística mejorado. Ha sido acuñada una nueva expresión que se ha puesto de moda: la manufactura sincronizada, para tratar de abarcar una mejor manera, que aún no ha sido definida, de manejar el flujo de los materiales.

La manufactura sincronizada es una forma sistemática que pretende mover los materiales rápida y suavemente por los diversos recursos (equipos de proceso) de una planta en concierto con la demanda del mercado. El material debe de correr, siguiendo el ejemplo de un sistema ribereño, como arroyos hacia las corrientes y las corrientes hacia los ríos y así sucesivamente, sin represas ni perturbaciones que interrumpan ese flujo. Existen una serie de diferentes tipos de sistemas de logística para planear y programar las compras, la producción, y la distribución de materiales. En el presente trabajo únicamente hablamos de 3 de ellos (Capítulo 1); describiendo brevemente solo los dos primeros, y profundizando mas en el tercero de ellos, ya que es el que tratamos en el presente capítulo.

Los diferentes sistemas de logística han sido analizados escogiendo una misma analogía, y esta es la de una tropa de soldados que van a marcha forzada. Usar un tambor y sargentos en la planta puede parecer extraño al principio, pero ¿no es esto en realidad una práctica común? El tambor es el gerente de control de materiales o de producción auxiliado por un sistema computarizado. Los sargentos son los expeditores. El tambor desarrolla planes y programas de cuando debe abastecerse el material y procesarse por los diversos recursos de producción para poder cumplir los requerimientos del cliente. El ritmo del tambor es el programa de producción que dicta cuándo y que material debe ser procesado por cada recurso (equipo) de producción. Los expeditores son necesarios porque los pedidos continuamente se demoran (inventario de productos en proceso de fabricación no planeado - dispersión) y los empujamos para que cumplan con las fechas promesa de entrega para que cierren los huecos (igual que los que se formarían en una tropa de soldados en marcha). Los expeditores son, por supuesto, no sólo las personas que tienen este cargo, sino con frecuencia, toda la gerencia.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS CCR'S EN LA PLANTA QUÍMICA

Para cumplir con los objetivos del presente trabajo hemos decidido aplicar los criterios que se presentan en el libro de "LA CARRERA", es decir, sugerir la implantación de un sistema de manufactura sincronizada (DBR) en la empresa EMPRESA, S.A. DE C.V., ya que en dicha empresa localizamos un recurso con restricción de capacidad (CCR). El método DBR reconoce que dicha restricción dictara la velocidad de producción de toda la planta. En seguida procederemos a identificar dicha restricción no sin antes hacer una breve descripción de los procesos que se llevan a cabo en dicha empresa.

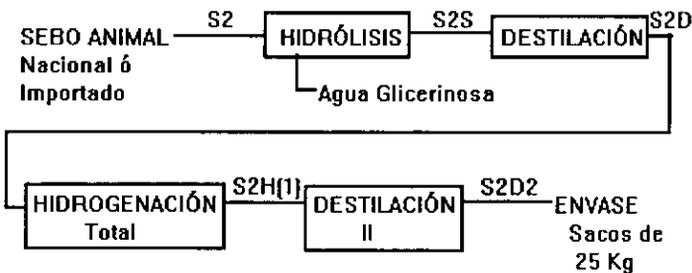
2.2.1 RUTA DE PRODUCCIÓN PARA LA LINEA DE PRODUCTOS

Las materias primas usadas en EMPRESA son: sebo de origen animal, aceites de soya y coco.

A continuación serán presentados los productos que son obtenidos con solo una de estas materias primas, esto es, los productos que son obtenidos con sebo animal. Para los objetivos del presente trabajo únicamente tomamos en cuenta estos productos ya que juntos representan un 99% de la producción total de la planta.

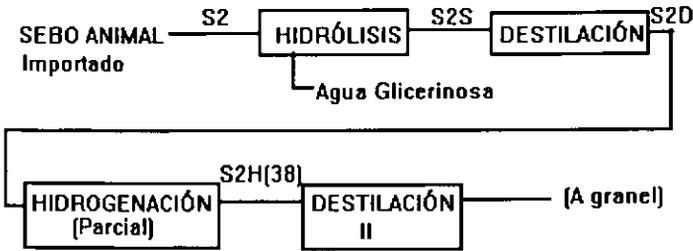
Productos derivados del sebo de origen animal: Q1070, Q5065, Q3638 ,Q3040 y Q1012.

Q1070



Q5065

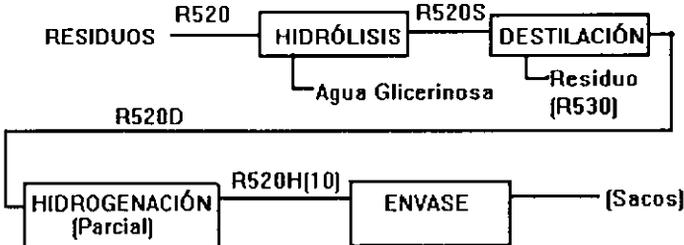


Q3638Q3040

Este producto es fabricado de la misma manera que el Q3638 y su presentación es en tambores de plástico con 105 Kg. netos.

Q1012

Este producto es fabricado principalmente a partir de los residuos de las destilaciones, aunque también es fabricado a partir de sebo.

**2.2.2 BUSCANDO EL CCR**

Aquí lo que haremos es enlistar los principales procesos, así como resumir las capacidades de c/u de dichos procesos estableciendo como base de cálculo, lo que nos dice la experiencia del área productiva, que se puede procesar en un solo día.

Hidrogenación:

25.8 ton's de ácido graso para Q-1070 y Q-10120 y para el Q-3638 será de 34.4 ton's/día. Sin embargo para los fines del presente trabajo consideraremos únicamente el primer dato de hidrogenación que damos, lo cual nos simplifica el balance que proponemos mas adelante.

Desdoblamiento

47.1 ton's de ácido graso

Destilación

Para este proceso la empresa analizada cuenta con tres equipos que a continuación enlistamos con sus respectivas capacidades.

Destilación torre B:

18.6 ton's de ácido graso

Destilación torre C:

17.3 ton's de ácido graso

Destilación Mazzoni

14.9 ton's de ácido graso

Los equipos anteriormente descritos sumarían una capacidad total de 50.8 ton's de ácido graso en un solo día, sin embargo para los fines del presente trabajo consideraremos una capacidad total de 53.2 ton's de ácido graso, ya que esta última cifra es la que la experiencia del área productiva nos dice que es posible obtener.

Escamado y Polvo

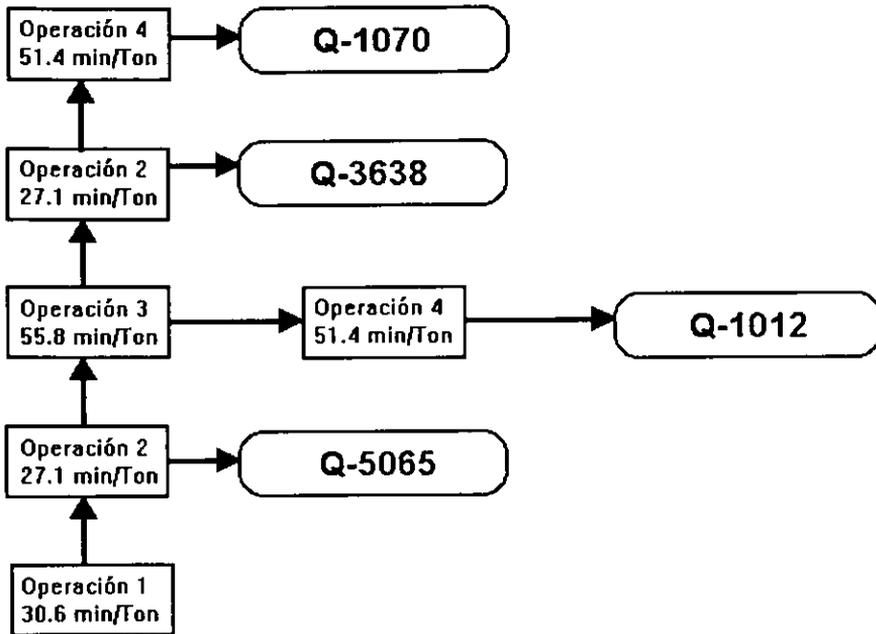
28.0 ton's de ácido graso hidrogenado

Podemos presentar los procesos anteriores en la siguiente tabla, para lo cual presentamos los tiempos de proceso de cada operación en minutos/ton para poder mas fácilmente identificar el recurso con capacidad restringida.

| NUMERO DE OPERACIÓN | RECURSO | TON'S / DÍA | MINUTOS / TON |
|---------------------|----------------|-------------|---------------|
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28.0 | 51.4 |

Tabla 2.2.2.1

RESUMEN ESQUEMÁTICO DE LOS PROCESOS PARA CADA PRODUCTO



Para el siguiente cálculo será necesario que desde la operación 1 hagamos recorridos imaginarios a todos y cada uno de los productos para contar cuántas veces se repite cada una de las operaciones.

| RECURSO | NUMERO DE VECES |
|----------------|-----------------|
| DESDOBLAMIENTO | 4 |
| DESTILACIÓN | 6 |
| HIDROGENACIÓN | 3 |
| ENVASADO | 2 |

Tabla 2.2.2.2

En las siguientes tablas ya hemos multiplicado los tiempos de producción (en minutos/ton) por el número de veces que se repite cada recurso. Para cada tabla procedemos a suponer que uno de los recursos es el recurso con capacidad restringida, por lo que en la siguiente columna calculamos la diferencia que resulta de este tiempo con los demás tiempos de los recursos. A esta diferencia le llamamos PREPARACIÓN,

a pesar de que también representa muy probablemente tiempo invertido en reprocesos y/o una acumulación de inventarios de los productos intermedios que resultan del paso por estos recursos.

Suponiendo que el desdoblamiento es el recurso con capacidad restringida:

| OPERACIÓN | RECURSO | PRODUCCIÓN MINUTOS / TON | PREPARACIÓN MINUTOS / TON |
|-----------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 122.3 | 0.0 |
| 2 | DESTILACIÓN | 162.4 | -40.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 167.4 | -45.1 |
| 4 | ENVASADO | 102.9 | 19.4 |
| | TIEMPO TOTAL | 555.0 | -65.8 |
| | | 113% | -13% |

Tabla 2.2.2.3.a

Suponiendo que la destilación es el recurso con capacidad restringida:

| OPERACIÓN | RECURSO | PRODUCCIÓN MINUTOS / TON | PREPARACIÓN MINUTOS / TON |
|-----------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 122.3 | 40.1 |
| 2 | DESTILACIÓN | 162.4 | 0.0 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 167.4 | -5.0 |
| 4 | ENVASADO | 102.9 | 59.5 |
| | TIEMPO TOTAL | 555.0 | 94.6 |
| | | 85% | 15% |

Tabla 2.2.2.3.b

Suponiendo que la hidrogenación es el recurso con capacidad restringida:

| OPERACIÓN | RECURSO | PRODUCCIÓN MINUTOS / TON | PREPARACIÓN MINUTOS / TON |
|-----------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 122.3 | 45.1 |
| 2 | DESTILACIÓN | 162.4 | 5.0 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 167.4 | 0.0 |
| 4 | ENVASADO | 102.9 | 64.6 |
| | TIEMPO TOTAL | 555.0 | 114.8 |
| | | 83% | 17% |

Tabla 2.2.2.3.c

Suponiendo que el envasado es el recurso con capacidad restringida:

| OPERACIÓN | RECURSO | PRODUCCIÓN MINUTOS / TON | PREPARACIÓN MINUTOS / TON |
|-----------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 122.3 | -19.4 |
| 2 | DESTILACIÓN | 162.4 | -59.5 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 167.4 | -64.6 |
| 4 | ENVASADO | 102.9 | 0.0 |
| | TIEMPO TOTAL | 555.0 | -143.6 |
| | | 135% | -35% |

Tabla 2.2.2.3.d

Sumando los tiempos de preparación para cada operación resultaría la siguiente tabla. Observar que en las columnas que hemos agregado con los valores en % consideramos cuanto le debemos exigir a cada recurso en su capacidad de producción, pero con la limitación de no poder exigirles mas de su 100%.

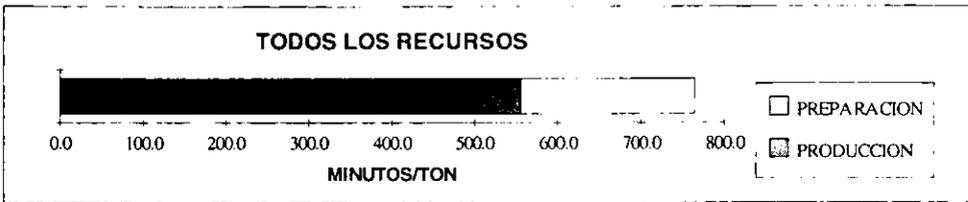
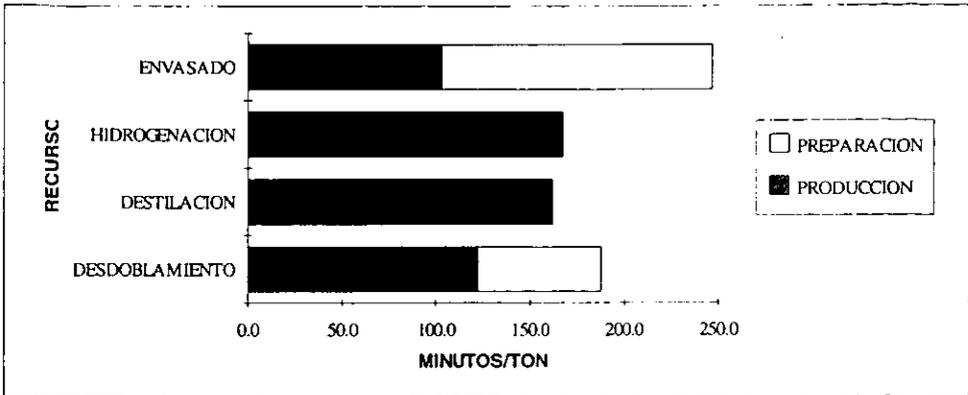
| OPERACIÓN | RECURSO | PRODUCCIÓN MINUTOS / TON | PREPARACIÓN MINUTOS / TON | PRODUCCIÓN % | PREPARACIÓN % |
|-----------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 122.3 | 65.8 | 65% | 35% |
| 2 | DESTILACIÓN | 162.4 | -94.6 | 100% | 0% |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 167.4 | -114.8 | 100% | 0% |
| 4 | ENVASADO | 102.9 | 143.6 | 42% | 58% |
| | TIEMPO TOTAL | 555.0 | 0.0 | | |
| | | 100% | 0% | | |

Tabla 2.2.2.3.e

En el párrafo anterior decíamos que ningún recurso deberá trabajar mas del 100%, por lo que únicamente deberemos corregir los tiempos de producción de los recursos 1 y 4 (desdoblamiento y envasado), y considerar que en esta mezcla ideal los recursos destilación é hidrogenación trabajan a su máxima capacidad. Lo anterior nos obliga a reconsiderar los resultados obtenidos en la tabla 2.2.2.3.e y replantearlos en la siguiente tabla:

| OPERACIÓN | RECURSO | PRODUCCIÓN MIN'S / TON | PREPARACIÓN MIN'S / TON | SUMA MIN'S / TON |
|-----------|---------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 122.3 | 65.8 | 188.1 |
| 2 | DESTILACIÓN | 162.4 | 0.0 | 162.4 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 167.4 | 0.0 | 167.4 |
| 4 | ENVASADO | 102.9 | 143.6 | 246.4 |
| | TIEMPO TOTAL | 555.0 | 209.4 | 764.4 |
| | | 73% | 27% | 100% |

Tabla 2.2.2.3.e.1



Corrigiendo la tabla 2.2.2.1, en el inicio de los cálculos de encontrar la mezcla ideal, se generaría la siguiente tabla:

| OPERACIÓN | RECURSO | PRODUCCIÓN CORREGIDA MIN'S / TON | PRODUCCIÓN CORREGIDA (POR EQUIPOS) MIN'S / TON |
|-----------|----------------|-------------------------------------|--|
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 188.1 | 47.0 |
| 2 | DESTILACIÓN | 162.4 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 167.4 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 246.4 | 123.2 |
| | TIEMPO TOTAL | 764.4 | |
| | | 100% | |

Tabla 2.2.2.4

Tomando los datos de producción corregida por equipos que nos da la tabla anterior (tabla 2.2.2.4), y revisando el numero de veces que ocurre cada operación para cada uno de los productos, podemos entonces calcular la capacidad ideal de producción de toda la planta, así como también podemos calcular las capacidades ideales de producción para cada uno de los productos. Dicho calculo se presenta en la siguiente tabla.

| | DESDOBLA- MIENTO MINUTOS/TON | DESTILACIÓN MINUTOS/TON | HIDROGENACIÓN MINUTOS/TON | ENVASADO MINUTOS/TON | SUMA MINUTOS/TON | SUMA TON'S/MES |
|--------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
| Q-1070 | 47.0 | 54.1 | 55.8 | 123.2 | 280.2 | 156.7 |
| Q-3638 | 47.0 | 54.1 | 55.8 | 0 | 157.0 | 279.8 |
| Q-1012 | 47.0 | 27.1 | 55.8 | 123.2 | 253.1 | 173.5 |
| Q-5065 | 47.0 | 27.1 | 0 | 0 | 74.1 | 592.7 |
| | | | | | | 1202.8 |

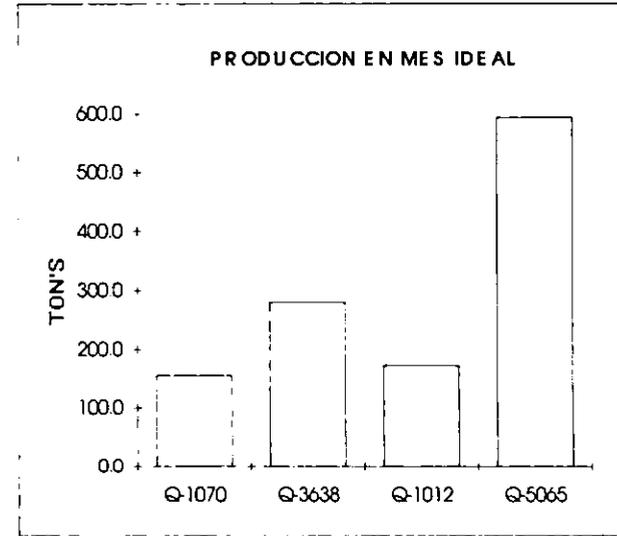
Tabla 2.2.2.5

En los cálculos que presentamos en las siguientes dos páginas buscamos comprobar el resultado obtenido en la tabla anterior (Tabla 2.2.2.5) y para ello utilizamos los tiempos de producción que se reportan en la tabla 2.2.2.1. El renglón donde se reporta la PRODUCCIÓN en MINUTOS / MES para cada uno de los recursos, es el resultado de la multiplicación de la PRODUCCIÓN TEÓRICA en MINUTOS / TON con la suma del total de TON'S / MES que pasan por dicho recurso.

Se presupone un total de 43,920 minutos por mes. Lo anterior resulta de suponer 30.5 días por mes, factor que hemos venido utilizando en todos los cálculos anteriormente reportados en las distintas tablas.

| NUMERO DE OPERACIÓN | RECURSO | TIEMPO DE PRODUCCIÓN (POR EQUIPOS) TON'S/DÍA | TIEMPO DE PRODUCCIÓN (POR EQUIPOS) MINUTOS/TON |
|---------------------|----------------|--|--|
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28.0 | 51.4 |

| PRODUCTO | EXIGENCIAS DE PRODUCCIÓN EN MES IDEAL Ton/mes | PRODUCCIÓN Ton/día | PRODUCCIÓN MINUTOS/TON |
|----------|--|-----------------------|---------------------------|
| Q-1070 | 156.7 | 5.1 | 280.2 |
| Q-3638 | 279.8 | 9.2 | 157.0 |
| Q-1012 | 173.5 | 5.7 | 253.1 |
| Q-5065 | 592.7 | 19.4 | 74.1 |
| | <u>1202.8</u> | | |



| | DESDOBLAMIENTO MINUTOS/TON | DESTILACIÓN MINUTOS/TON | HIDROGENACIÓN MINUTOS/TON | ENVASADO MINUTOS/TON | REPROCESOS MINUTOS/TON | SUMA MINUTOS/TON | SUMA TON'S/MES |
|--------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| Q-1070 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 51.4 | 88.2 | 280.2 | 156.7 |
| Q-3638 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 0 | 16.5 | 157.0 | 279.8 |
| Q-1012 | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | 88.2 | 253.1 | 173.5 |
| Q-5065 | 30.6 | 27.1 | 0 | 0 | 16.5 | 74.1 | 592.7 |
| | <u>122.3</u> | <u>162.4</u> | <u>167.4</u> | <u>102.9</u> | <u>209.4</u> | | <u>1202.8</u> |

| RESUMEN | Q-1070 | Q-3638 | Q-1012 | Q-5065 |
|--------------------|----------------|--------|--------|--------|
| PRODUCCIÓN TEÓRICA | 192.0 | 140.5 | 164.9 | 57.6 |
| REPROCESOS | 88.2 | 16.5 | 88.2 | 16.5 |
| EFICIENCIA = | 68.5% | 89.5% | 65.1% | 77.8% |
| MES = | 43,920 MINUTOS | | | |

| | DESDOBLAMIENTO MINUTOS/TON | DESTILACIÓN MINUTOS/TON | HIDROGENACIÓN MINUTOS/TON | ENVASADO MINUTOS/TON |
|--|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 |

| | DESDOBLAMIENTO TON'S / MES | DESTILACIÓN TON'S / MES | HIDROGENACIÓN TON'S / MES | ENVASADO TON'S / MES |
|-------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Q-1070 | 156.7 | 313.5 | 156.7 | 156.7 |
| Q-3638 | 279.8 | 559.6 | 279.8 | 0.0 |
| Q-1012 | 173.5 | 173.5 | 173.5 | 173.5 |
| Q-5065 | 592.7 | 592.7 | 0.0 | 0.0 |
| SUMA | 1202.8 | 1639.3 | 610.0 | 330.3 |

LA RESTRICCIÓN REALMENTE ES
¡LA DESTILACIÓN!

| | DESDOBLAMIENTO MINUTOS / MES | DESTILACIÓN MINUTOS / MES | HIDROGENACIÓN MINUTOS / MES | ENVASADO MINUTOS / MES | SUMA MINUTOS / MES | |
|-------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----|
| PRODUCCIÓN | 36,773 | 44,372 | 34,049 | 16,985 | 132,179 | 75% |
| PREPARACIÓN | 7,147 | -452 | 9,871 | 26,935 | 43,501 | 25% |

PRODUCCION EN MES IDEAL



Los cálculos anteriores nos llevan a concluir que el modelo propuesto para encontrar la mezcla ideal es correcto y por lo tanto en un mes ideal (producción máxima) el recurso con capacidad restringida sería la **DESTILACIÓN**.

Los cálculos anteriores también podrán ayudarnos a explicar lo que sucedió, tomando como ejemplo 5 meses reales de producción, lo cual desarrollaremos en el capítulo 4; además de ayudarnos a sugerir lo que realmente se pudo haber hecho aun tomando en cuenta las restricciones de mercado que pueden existir. Estas restricciones serán definidas en lo que resta del presente capítulo.

2.2.3 BUSCANDO EL CCR EN MES CON MERCADO RESTRINGIDO

En el presente trabajo también consideramos que otra de las restricciones con la que también contamos es el mercado para los diferentes productos. Dicho mercado lo intentaremos resumir en la siguiente tabla:

| PRODUCTO | EXIGENCIAS DE MERCADO EN |
|----------|--------------------------|
| | MES IDEAL |
| | TON'S / MES |
| Q-1070 | 500.0 |
| Q-3638 | 136.0 |
| Q-1012 | 500.0 |
| Q-5065 | 408.0 |

Tabla 2.2.2.6

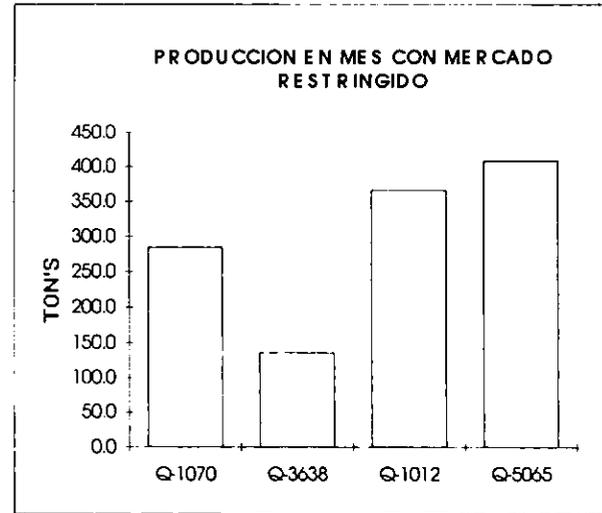
Lo anterior no lleva a darnos cuenta que los productos que establecen las restricciones del mercado son el Q-3638 y el Q-5065, y que los otros dos (Q-1070 y Q-1012) tendrán que dar sus respectivas capacidades máximas de producción, aprovechando que los productos con restricción de mercado están subutilizando los recursos con que se cuenta para la obtención de los mismos, para atender al mercado lo mas que se pueda.

Lo anterior nos obliga a plantear un modelo que nos ayude a calcular los tiempos muertos que dejan tanto el Q-3638 como el Q-5065, así como que también nos ayude a calcular como se podrían aprovechar esos tiempos muertos para una mayor obtención de los otros dos productos (Q-1070 y Q-1012), y por lo tanto que logren abarcar un mayor segmento del mercado (ver tabla 2.2.2.6) que existe para dichos productos.

En la siguiente página esta planteado este modelo, y como ya se esperaba nos da una capacidad de planta menor a la que se obtuvo en la tabla 2.2.2.5, pero logrando minimizar al máximo los tiempos muertos. Esto último lo logramos al suponer las capacidades de producción de los productos que no tienen restricción de mercado (Q-1070 y Q-1012).

| NUMERO DE OPERACIÓN | RECURSO | TIEMPO DE PRODUCCIÓN (POR EQUIPOS) TON'S/DÍA | TIEMPO DE PRODUCCIÓN (POR EQUIPOS) MINUTOS/TON |
|---------------------|----------------|--|--|
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28.0 | 51.4 |

| PRODUCTO | PRODUCCIÓN EN MES CON MERCADO RESTRINGIDO Ton/mes | PRODUCCIÓN Ton/día | PRODUCCIÓN MINUTOS/TON |
|----------|--|-----------------------|---------------------------|
| Q-1070 | 284.5 | 9.3 | 154.4 |
| Q-3638 | 136.0 | 4.5 | 322.9 |
| Q-1012 | 366.4 | 12.0 | 119.9 |
| Q-5065 | 408.0 | 13.4 | 107.6 |
| | <u>1194.9</u> | | |



| | DESDOBLAMIENTO MINUTOS/TON | DESTILACIÓN MINUTOS/TON | HIDROGENACIÓN MINUTOS/TON | ENVASADO MINUTOS/TON | REPROCESOS MINUTOS/TON | SUMA MINUTOS/TON | SUMA TON'S/MES |
|--------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| Q-1070 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 51.4 | -37.6 | 154.4 | 284.5 |
| Q-3638 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 0 | 182.4 | 322.9 | 136.0 |
| Q-1012 | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | -45.0 | 119.9 | 366.4 |
| Q-5065 | 30.6 | 27.1 | 0 | 0 | 50.0 | 107.6 | 408.0 |
| | <u>122.3</u> | <u>162.4</u> | <u>167.4</u> | <u>102.9</u> | <u>149.8</u> | | <u>1194.9</u> |

RESUMEN

| | Q-1070 | Q-3638 | Q-1012 | Q-5065 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| PRODUCCIÓN TEÓRICA | 192.0 | 140.5 | 164.9 | 57.6 |
| REPROCESOS | -37.6 | 182.4 | -45.0 | 50.0 |
| EFICIENCIA = | 124.4% | 43.5% | 137.5% | 53.5% |

MES = 43,920 MINUTOS

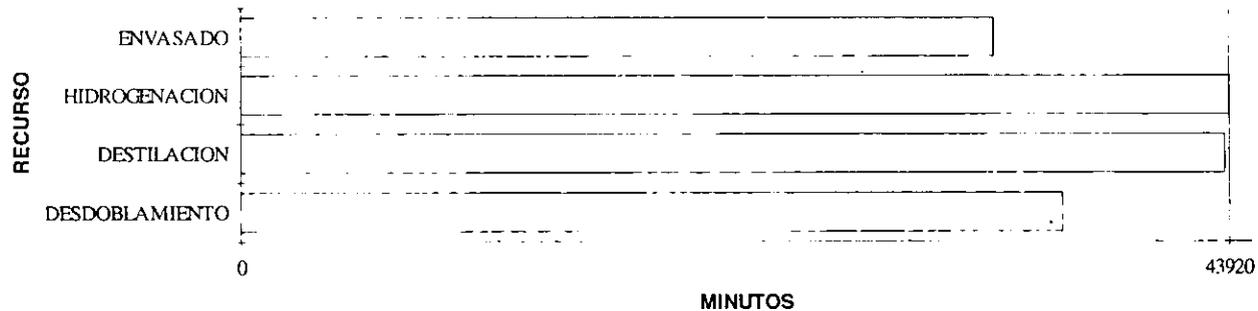
| | DESDOBLAMIENTO MINUTOS/TON | DESTILACIÓN MINUTOS/TON | HIDROGENACIÓN MINUTOS/TON | ENVASADO MINUTOS/TON |
|--|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 |

| | DESDOBLAMIENTO TON'S / MES | DESTILACIÓN TON'S / MES | HIDROGENACIÓN TON'S / MES | ENVASADO TON'S / MES |
|-------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Q-1070 | 284.5 | 569.1 | 284.5 | 284.5 |
| Q-3638 | 136.0 | 272.0 | 136.0 | 0.0 |
| Q-1012 | 366.4 | 366.4 | 366.4 | 366.4 |
| Q-5065 | 408.0 | 408.0 | 0.0 | 0.0 |
| SUMA | 1194.9 | 1615.4 | 786.9 | 650.9 |

LA RESTRICCIÓN ES
¡LA HIDROGENACIÓN!

| | DESDOBLAMIENTO MINUTOS / MES | DESTILACIÓN MINUTOS / MES | HIDROGENACIÓN MINUTOS / MES | ENVASADO MINUTOS / MES | SUMA MINUTOS / MES | |
|-------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----|
| PRODUCCIÓN | 36,532 | 43,726 | 43,920 | 33,475 | 157,654 | 90% |
| PREPARACIÓN | 7,388 | 194 | 0 | 10,445 | 18,026 | 10% |

PRODUCCION EN MES CON MERCADO RESTRINGIDO



Las conclusiones del modelo podrían resumirse en la siguiente tabla, que viene a corregir, por restricciones del mercado, lo que habíamos concluido en la tabla 2.2.2.5.

| PRODUCTO | EXIGENCIAS DE PRODUCCIÓN EN MES CON MERCADO RESTRINGIDO | PRODUCCIÓN | PRODUCCIÓN |
|----------|--|-------------|-------------|
| | TON'S / MES | TON'S / DÍA | MINUTOS/TON |
| Q-1070 | 284.5 | 9.3 | 154.4 |
| Q-3638 | 136.0 | 4.5 | 322.9 |
| Q-1012 | 366.4 | 12.0 | 119.9 |
| Q-5065 | 408.0 | 13.4 | 107.6 |
| | 1194.9 | | |

Tabla 2.2.2.7

Definitivamente quien establecerá el ritmo del tambor es el MERCADO, ya que como se vio anteriormente dependiendo de lo que demande el mercado el recurso con capacidad restringida estará entre la destilación y la hidrogenación, es decir, nos encontramos con el caso, que se plantea en el libro de LA CARRERA, de que la restricción cambia de un recurso a otro sin importar sus capacidades de producción.

Por lo anteriormente expuesto, el Mercado junto con las capacidades con que se cuenta en todos los recursos nos deberán guiar, siguiendo los criterios establecidos en el método DBR, al encuentro de la mezcla de productos finales ideal para darles un valor óptimo a los indicadores globales de operación (THROUGHPUT, INVENTARIO, GASTOS DE OPERACIÓN), y que estos afecten positivamente a los indicadores de resultados (UTILIDAD NETA, RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN, FLUJO DE EFECTIVO).

El presente trabajo tiene el objetivo de encontrar esta mezcla ideal de productos finales (lo cual se abordó en el presente capítulo 2), simulando lo que ocurriría con los inventarios de materia prima e inventarios de productos en proceso con una determinada mezcla de productos finales (lo cual se abordara en el capítulo 4); es decir, plantear la facilidad ó dificultad de manejar estos bajo distintas demandas del mercado, y a partir de ahí mejorar los indicadores globales de operación y los de resultados que generarían dichas mezclas para a su vez plantear la que debería de ser la mezcla ideal.

CAPITULO 3. LOS PROCESOS DE OBTENCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS

3.1 GENERALIDADES

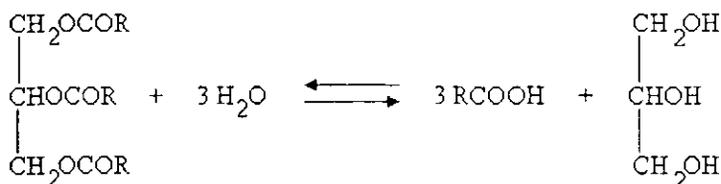
Cerca del 15% de las grasas y aceites del mundo son procesadas y transformadas en ácidos grasos. Los aceites vegetales y grasas animales son triglicéridos, con excepción del aceite de pino. Son separados en glicerina y ácidos grasos. Los ácidos grasos son purificados y separados por destilación, con una posterior separación, de requerirse, por otros procesos, y, de ser necesario, hidrogenados con una posterior destilación o separación. El diagrama de flujo total se muestra en la Figura 1.

Los ácidos grasos de aceite de pino consisten principalmente de ácidos oleico y linoleico obtenidos por destilación del aceite de pino. El aceite de pino que se destila es una mezcla de ácidos grasos, ácidos resínicos e insaponificables. Los ácidos grasos de pino pueden ser clasificados en una fracción total, una que es baja en ácidos resínicos, o <2% de resínicos en ácido graso, y una que es alta en ácidos resínicos, o >2% de resínicos en ácido graso.

3.2 PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS A NIVEL MUNDIAL

3.2.1 DESDOBLAMIENTO

En muchas instancias, el primer paso del proceso básico en la producción de ácidos grasos es la hidrólisis de los triglicéridos naturales de grasas y aceites en ácidos grasos y glicerina:



**FLUJO DE PROCESO DE ACEITES VEGETALES (ACEITE NEUTRO O ACIDO),
GRASA ANIMAL Y ACEITE DE PESCADO, EN ACIDOS GRASOS Y GLICERINA**

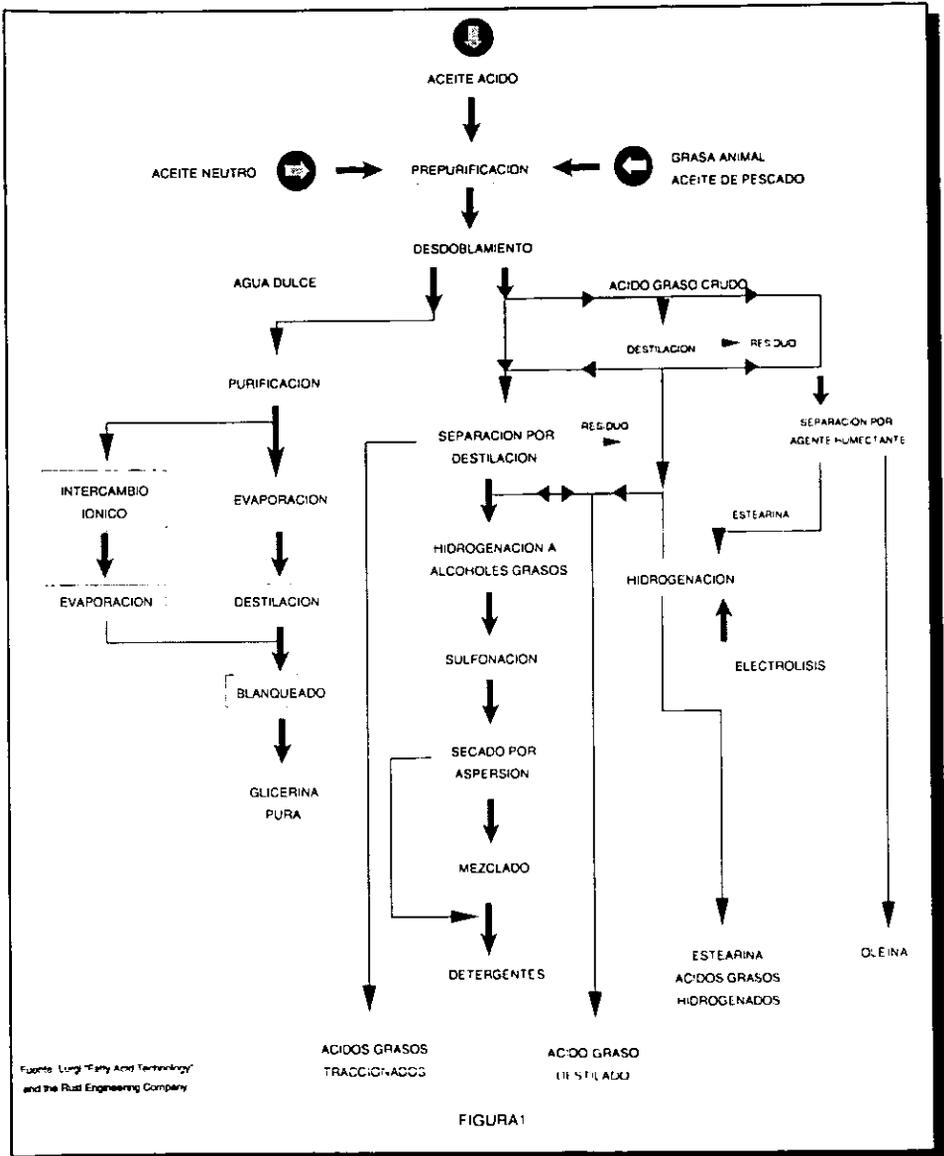


FIGURA 1

Existen pocas excepciones cuando el subproducto vegetal "soapstock" (residuos) se usan como material de arranque o cuando el aceite de pino crudo se convierte a ácido graso de aceite de pino.

La hidrólisis de triglicéridos es conocida en la industria como "Separación gruesa". Debido a que la reacción es reversible con un punto de equilibrio lejos de la culminación, algunas veces es necesario direccionar la reacción hacia la culminación. Se usa un gran exceso de agua, lo cual previene la reacción reversible de esterificación. La glicerina es miscible en fase acuosa y de esta manera se pone fuera del contacto del ácido graso coproducto, en el cual es relativamente insoluble.

Procesos

Los tres procesos comerciales comunes de hidrólisis o separación discutidos a continuación, emplean grandes cantidades de agua para alcanzar una reacción total.

1. Proceso Twitchell

Este proceso, desarrollado y patentado al rededor de 1890 por E. Twitchell, involucra el calentamiento por lotes con vapor de la grasa y el agua, en una proporción de 2:1 por cerca de 24 horas en presencia de un catalizador. La clave del proceso es el catalizador, que consiste comúnmente de 1% de ácido sulfónico (conocido como "Agente Twitchell") y 0.5% de ácido sulfúrico. se usa un tanque de plomo o aleación de monel. Después de estabilizarse, la capa acuosa de glicerina es drenada, se añade agua fresca y el proceso se repite una o más veces hasta obtener una separación del 95% o mayor.

Las ventajas del proceso son el equipamiento simple y la relativamente baja temperatura. La baja temperatura es muy deseable cuando los materiales a separar tienen alto contenido de insaturados, como muchos materiales vegetales.

Las desventajas del proceso son el largo tiempo requerido y el alto contenido de vapor. También el catalizador tiende a envenenarse lo que hace necesario pretratar la mayoría de los materiales, especialmente aquellos de baja calidad.

2. Proceso Autoclave

El autoclave por lotes es también un viejo método. Se usa un recipiente a presión con agitación por vapor. Las condiciones típicas son 185°C y 150 psi. La grasa y el agua se usan en una proporción de 2:1 junto con 2% de cal apagada u óxido de zinc. Cuando se alcanza el equilibrio, la separación se completa en un 90%. Para obtener una mayor conversión, es necesario reemplazar el agua de glicerina por agua fresca.

Las ventajas de este proceso, comparado con el proceso Twitchell son el menor tiempo de reacción y un color más tenue del ácido graso producido por la ausencia de aire.

Recientemente se ha usado una versión alternativa. Una temperatura y presión mayores (235°C y 450 psi), proveen una relación satisfactoria de hidrólisis sin catalizador. Las ventajas son una reacción todavía más rápida sin remoción de catalizador. La desventaja es que los materiales que poseen múltiples insaturados se afectan por las altas temperaturas.

El proceso Autoclave en lotes puede prestarse a tres etapas de separación a contracorriente, tanto en lotes para pequeñas cantidades como continuamente para grandes cantidades, como se muestra en la Figura 2

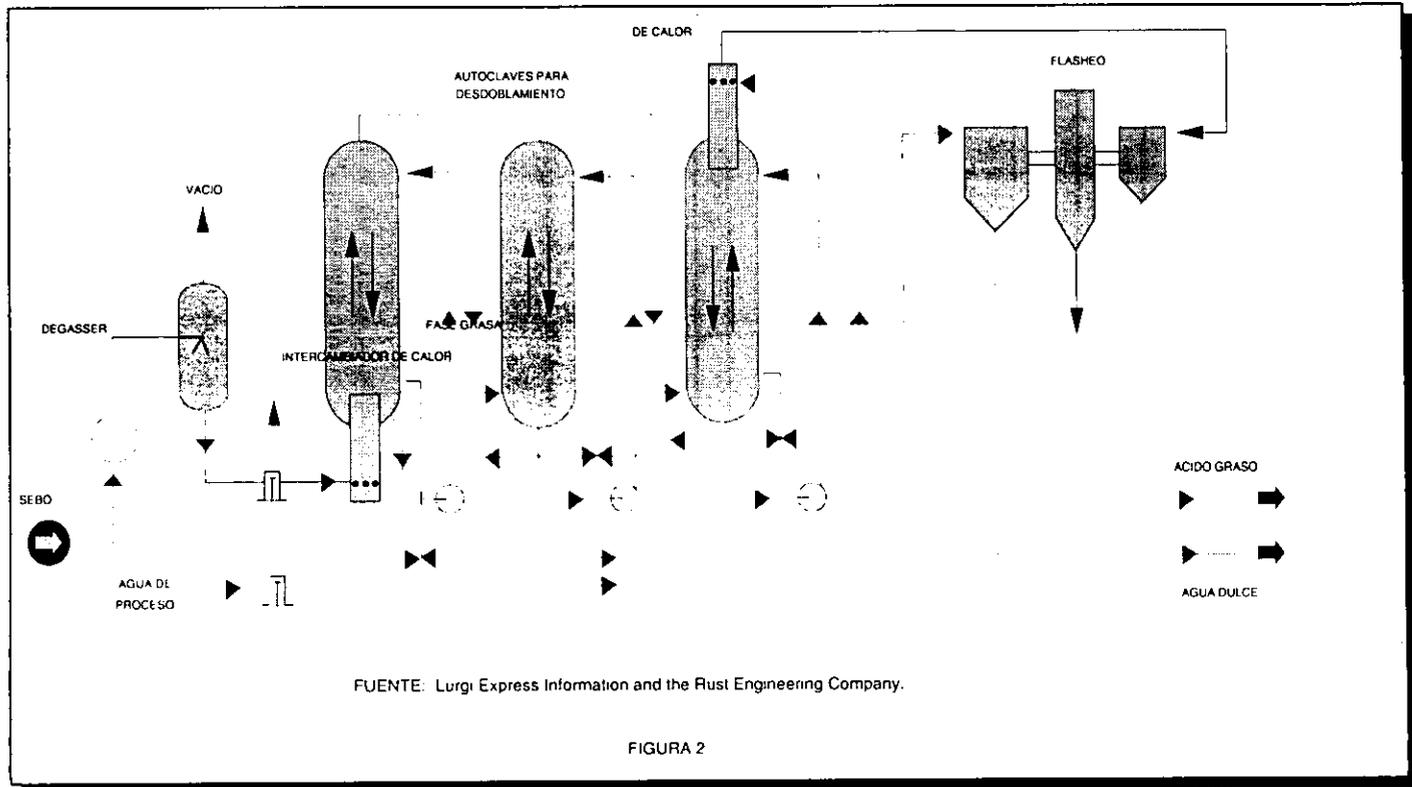
De acuerdo a la información de Lurgi Express, las tres etapas de separación a contracorriente funcionan de la siguiente manera:

"La grasa cruda y el agua son precalentados en un intercambiador de calor con la salida de agua dulce y ácido graso bajo la presión de trabajo. Durante la operación continua, el agua y la grasa fluyen a contracorriente a través de los autoclaves conectados en serie. La grasa cruda se carga en la primera etapa y el agua en la última. El ácido graso pasa a contracorriente con el agua a través de los autoclaves del fondo hacia arriba; sale del primer autoclave por la cima y entra al siguiente por el fondo. El agua dulce fluye a través de los autoclaves de la cima hacia el fondo y se separa del ácido graso en cada etapa. La mayor porción de agua dulce se circula en cada etapa mediante una bomba centrífuga, siendo regresada una corriente parcial a la etapa de separación previa. Este proceso a contracorriente permite hasta un 97% de separación.

3. Separación Continua a Contracorriente

Durante los pasados 40 años, el uso de separación continua a presión de grasas y aceites ha venido a ser el método comercial preferido día con día. Este proceso se conoce generalmente como "Proceso Emery Colgate". La hidrólisis se conduce en una torre vertical, por lo general de 60 pies de alto y 3 pies de diámetro. La grasa se bombea en el fondo y el agua en la cima. La reacción es rápida a 250-260°C y 720 psig, y el ácido graso se genera en la cima y el agua de glicerina en el fondo. El tiempo de residencia en la torre de cerca de dos horas es por lo general suficiente para alcanzar una separación del 97 al 99%. La reacción es lenta en el primer paso (Triglicérido + Agua = Di glicérido + Ácido graso), debido a la pobre solubilidad mutua entre el triglicérido y el agua. Se usa comúnmente una pequeña cantidad de óxido de zinc como catalizador para reducir el periodo de inducción.

PROCESO DE DESDOBLAMIENTO POR AUTOCLAVE EN 3 ETAPAS A CONTRACORRIENTE



Este proceso da mayor separación y una mayor concentración de agua con glicerina que cualquier otro proceso. Otras ventajas son un menor tiempo de reacción, menor requerimientos de espacio y menor labor. Las desventajas son menor flexibilidad en el cambio de materia prima y problemas con polimerización cuando se usan materias primas altamente poliinsaturadas, como el aceite de pescado por la alta temperatura.

Una comparación de los tres sistemas de separación se muestra en la Figura 5

| | Autoclave por lotes | Autoclave 3 etapas | Torre 1 etapa |
|-------------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Grado de separación.(%) | 90-93 | 95-97 | 97-99 |
| Concentración de agua dulce (%) | 10-14 | 10-14 | 12-16 |
| Consumo por tonelada de grasa cruda | | | |
| Vapor de calentamiento (kg) | 390 (30 bar) | 260 (35 bar) | 210 (60 bar) |
| Agua de enfriamiento (20°C) | 7.5 | 6.5 | 6.0 |
| Electricidad (KWH) | 10 | 11 | 9 |
| Agua de proceso (m3) | 0.5 | 0.55 | 0.6 |

Figura 5. Comparación del proceso Autoclave por lotes, Autoclave en 3 etapas a contracorriente continuo o por lotes y torre de separación continua en una etapa.

Fuente: Lurgi Express & The Rust Engineering Company

Recuperación de Glicerina y Purificación

La solución de glicerina acuosa (conocida como "agua dulce"), subproducto de la operación de separación continua por presión, usualmente emerge de la base de la columna con una concentración del 12 al 20%. También contiene grasa emulsificada, algunos ácidos solubles y material proteico, y una pequeña cantidad de sales inorgánicas con un pH de 4.5 a 5. El agua dulce permite la remoción de materiales grasos insolubles. Luego es tratada con cal apagada para precipitar los ácidos grasos disueltos. El exceso de cal se remueve con soda ash, Na_2CO_3 , a pH 8. El CaCO_3 que se forma se elimina por filtración. La solución de agua dulce se evapora y concentra hasta cerca del 80%. La Figura 3 muestra la secuencia de las etapas de purificación y concentración.

**RECUPERACION DE GLICERINA Y PURIFICACION DE
AGUA DULCE PROVENIENTES DEL DESDOBLAMIENTO DE GRASAS.**

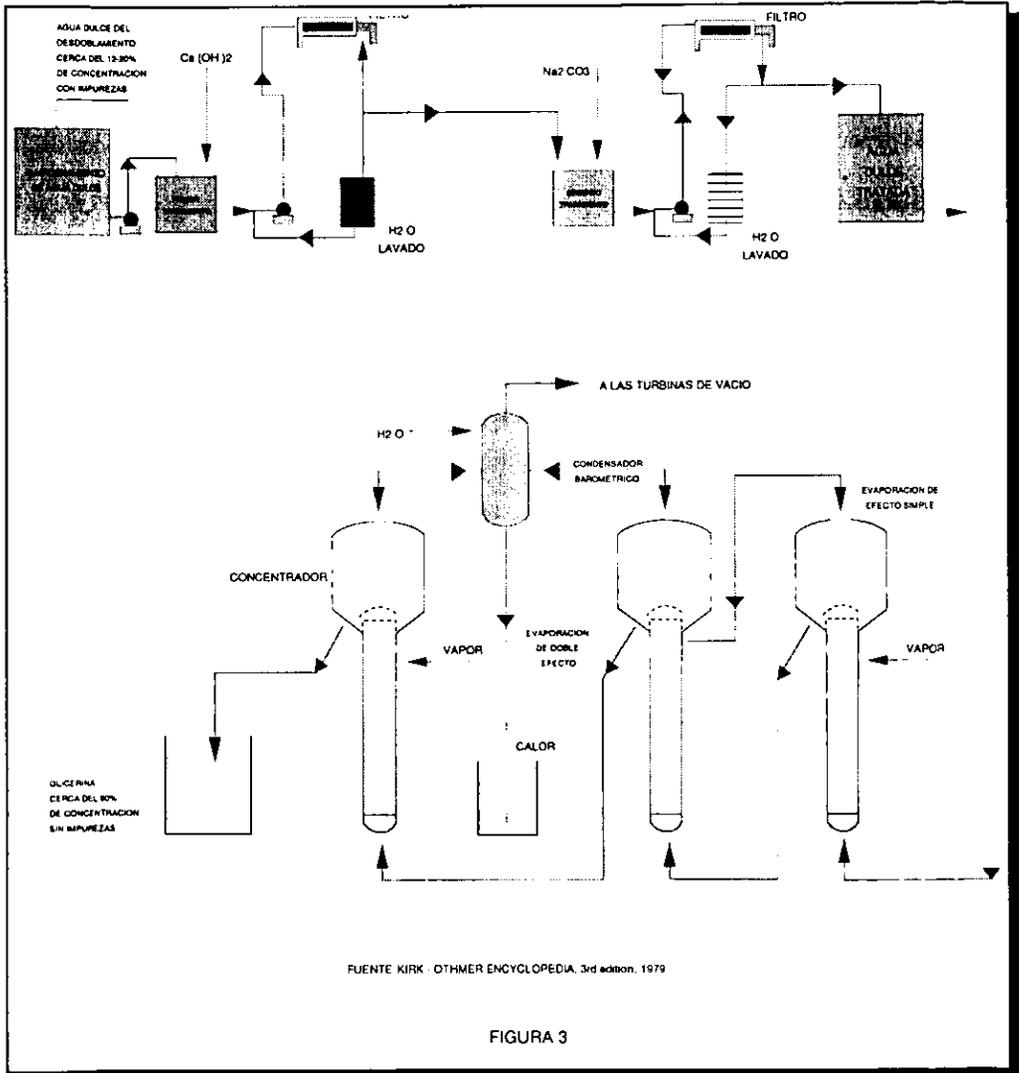


FIGURA 3

Ya que la solución de glicerina diluida alimentada contiene algunos sólidos que tienden a depositarse en la superficie de los evaporadores, un buen diseño de evaporador involucra tubos calentadores con alta velocidad de líquido para erosionar los tubos y reducir las formaciones a un mínimo.

Después de este paso de concentración, la glicerina puede ser concentrada y purificada posteriormente por el productor del ácido graso, o puede venderse a un refinador de glicerina.

Las refinación de glicerina por lo general implica una destilación "Flash" junto con las etapas finales de deodorización y blanqueado. De esta manera la glicerina se obtiene en una destilación.

3.2.2 DESTILACIÓN

Introducción

Una destilación eficiente es responsable más que cualquier otra etapa de purificación o procesamiento de ácidos grasos, para hacer a estos productos químicos comerciales y de buena calidad. Antes de que existiera equipo para realizar una destilación eficiente, los ácidos grasos se encontraban comercialmente solo como mezclas crudas y oscuras que contenían distintos tipos de ácidos grasos e impurezas.

Hoy en día, las destilerías usualmente operan a presiones entre 5 y 50 mm. La baja temperatura resultante y el uso de vapor inyectado previenen la descomposición, que de otra manera ocurriría. Se emplean varios tipos de destilerías, dependiendo del tipo de purificación que se requiera. En todos los casos es necesario que se construyan de acero inoxidable, generalmente de tipo 316.

Destilación semicontinua por lotes

La destilación semicontinua por lotes se ha usado por muchos años, pero los diseños se han mejorado en gran medida junto con otras mejoras, como son el uso de aleaciones resistentes a la corrosión y la introducción de instrumentación, lo cual hace que la operación sea prácticamente automática. El recipiente de acero inoxidable se calienta en forma directa por un horno de gas radiante. Este tipo de unidad lo ofrece Blaw-Knox Food & Chemical Equipment Inc. Esta compañía asevera que la radiación provee el 75% del calor al lote, permitiendo un rápido calentamiento y enfriamiento con una rápida respuesta al ciclo de control de temperatura. Una corrida se arranca al cargar el recipiente de destilación con ácido graso crudo, evacuando luego el equipo mediante un sistema de alto vacío. La carga en el recipiente se agita con vapor y se calienta mediante el horno. La destilación comienza cuando se alcanza la temperatura de operación del equipo. El nivel en el equipo se mantiene alimentando continuamente la carga desde un secador a vacío. Los ácidos grasos destilados se acumulan en un receptor primario y son periódicamente descargados para almacenamiento. El final de la corrida se indica por una reducción en la velocidad de destilación y un color más oscuro en el destilado. A partir de este punto, el destilado se colecta en un receptor secundario mientras se carga de manera discontinua el equipo y se incrementa la temperatura. Este proceso continua hasta que se obtiene una resina en el equipo.

Destilación continua "Straight"

La destilación continua ha sido reemplazada gradualmente por el tipo semicontínuo. La destilación simple producirá un destilado satisfactorio solo si la decoloración por la remoción del aceite no hidrolizado, polímeros y cuerpos con alto punto de ebullición es todo lo que se necesita. Si se requiere deodorización para remover los cuerpos de bajo punto de ebullición, se requiere también algún método de destilación o condensación fraccionada.

Este método de destilación es totalmente continuo con alimentación continua y remoción igualmente continua de destilado y residuo. Existen varios diseños de equipos de destilación con estas características. Los mejores tipos disponibles en el mercado son de Wurster & Sanger Division, Jacobs Engineering Co., Chicago, Illinois; Foster Wheeler Corp., Livingston, New Jersey; Wecker, Germany; y Lurgi Apparate- Technik GmbH, Germany.

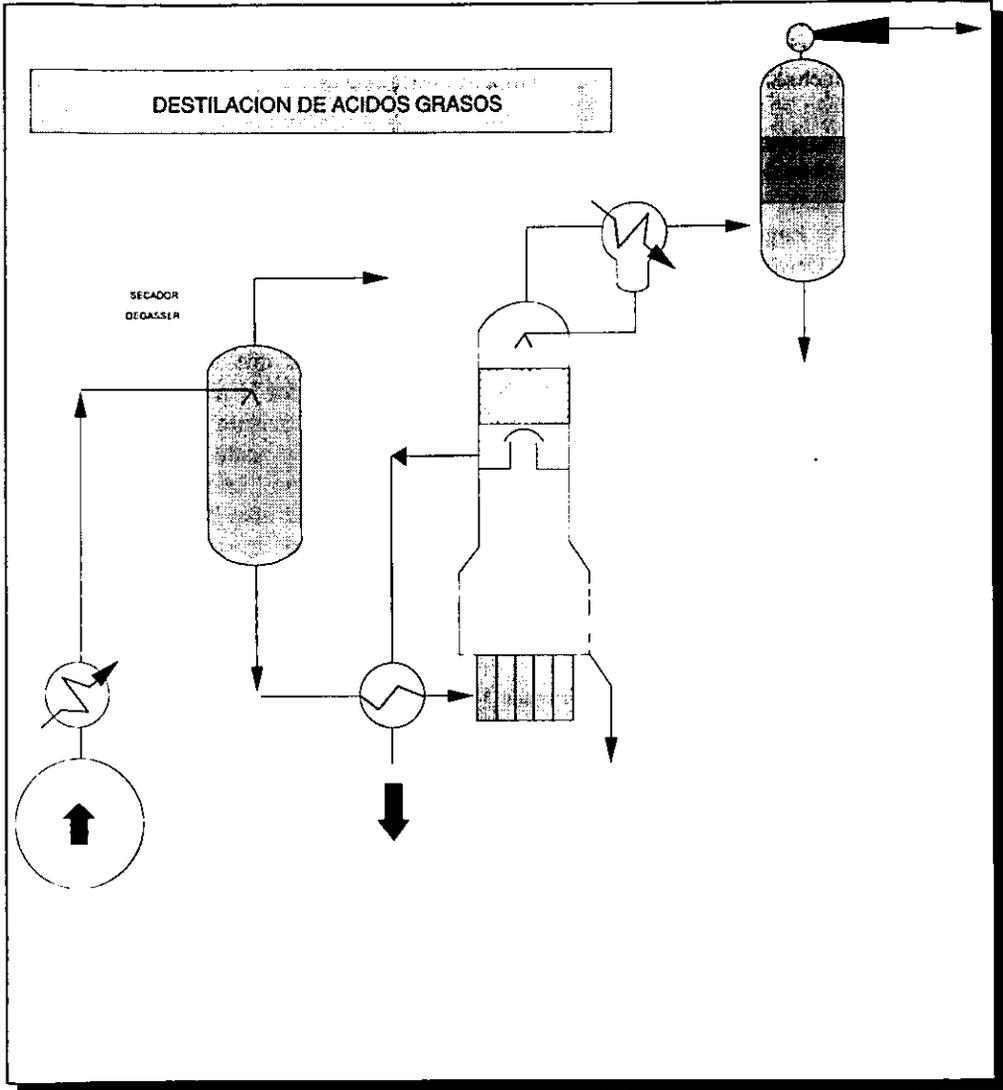
El equipo de destilación de Wurster & Sanger típicamente maneja de 1000 a 4000 libras por hora de destilado. Consiste de 6 platos con tapa en forma de burbuja que se calientan por vapor "dowtherm". El vapor se inyecta en el fondo del equipo, y agita la alimentación conforme desciende a través de la columna. De esta manera, se alcanza una eficiente transferencia de calor del plato a los ácidos grasos líquidos. La porción no vaporizada de ácido graso líquido pasa al plato inferior y paulatinamente se descarga del equipo como residuo. La temperatura del ácido graso líquido en cada plato inferior sucesivo es progresivamente más alta. El destilado se colecta en dos sistemas de condensación separados. El primer condensador presenta alta temperatura y contiene la principal porción del destilado. El condensador final es frío y contiene pequeñas cantidades de materiales con bajo punto de ebullición los cuales representan por lo general al rededor del 5% de la alimentación.

El equipo de destilación horizontal de Foster Wheeler está dividido en dos compartimentos. ambos son calentados por tubos horizontales por los cuales circula vapor "dowtherm". La alimentación entra a la primera cámara, donde es llevada a su temperatura de destilación, esto es cerca de los 205°C, y la humedad e impurezas con bajas temperaturas de ebullición son expulsadas. El resto pasa al compartimento de destilado, donde la principal fracción de destilado se remueve. La presión se mantiene entre 5 y 10 mm.

El equipo de Blaw-Knox Food & Chemical Equipment Inc., utiliza un condensador-depurador de contacto directo para una eliminación exhaustiva del vapor, lo cual comentan presenta ventajas sobre las unidades de concha y tubos comúnmente usados.

El equipo de destilación Wecker es de diseño alemán. consiste de un compartimento de destilación rectangular. La vaporización se alcanza al conducir al ácido graso a través de una serie continua de tubos en el fondo plano del recipiente, calentado directamente y sea por

DESTILACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS



Destilación Continua Fraccionada

Si se desea la separación de los componentes ácidos de una mezcla natural, se necesita emplear un eficiente equipo de destilación fraccionada. Los ácidos grasos comúnmente encontrados en la naturaleza son todos cadenas grandes con número par de carbonos, variando la cadena en longitud desde C6 hasta C24. La diferencia en el punto de ebullición entre ácidos que difieren en dos átomos de carbono es suficiente para una buena separación por destilación fraccionada.

De esta manera al emplear tres torres de fraccionamiento, los ácidos grasos de aceite de coco pueden separarse en tres fracciones en una sola pasada. Si se desea una posterior separación cortando en los carbonos 8-10 o 14-18, debe someterse a un segundo proceso de fraccionamiento.

Para separar ácidos grasos hidrogenados de sebo en un 90% + ácido palmítico y 90% + ácido esteárico, se emplea una presión por lo general de 5 mm. en la cima de la torre de fraccionamiento y 25 mm. en la base. Para la separación de aceite de pino en ácidos grasos de aceite de pino y resínicos, la presión es cerca de 25 mm. en la cima y mucho mayor en el fondo.

De acuerdo a información de Lurgi Express, el proceso funciona como sigue:

"El fraccionamiento de ácidos grasos ocurre en torres a vacío equipadas con charolas especiales. Se provee de recalentadores con bajo volumen de líquido para vaporizar el reflujo. El vapor se condensa en condensadores tubulares.

"El método de operación depende del problema particular de fraccionamiento. Por ejemplo, el ácido graso crudo es drenado y vaporizado en la columna de rectificación "1" con adición de vapor vivo, dependiendo del material de arranque bajo un vacío residual de 36 mm. Hg. Una fracción mezclada "1" se extrae de la cima de la columna. En el fondo, el producto de la columna "1" que se vaporiza en la columna de rectificación "2" con vapor vivo bajo un vacío residual en la cima de la columna de 4 a 6 mm. Hg., produce la fracción principal de alta pureza. El vapor de ácido graso se condensa en condensadores tubulares, y el vapor del producto con bajo punto de ebullición se recupera en depuradores posteriores. El producto del fondo de la columna "2" representa la fracción final. En caso de requerirse una fracción posterior es necesario recolectar el producto del fondo, a manera de tratarlo de nuevo en la misma manera.

"Las plantas de gran capacidad pueden consistir de varias columnas correspondientes al número de fracciones deseadas. En plantas más pequeñas, un producto de exceso es arrojado continuamente de cada columna a la vez. De esta manera se obtienen varias fracciones en sucesión.

"El procedimiento final es sin embargo caro debido a la enorme cantidad de energía demandada.

"La pureza de una fracción por ejemplo de un ácido graso obtenido de aceite de coco (C12), es de aproximadamente 99.5% o una fracción de ácido graso de aceite de semilla de colza de aproximadamente 95% se obtienen en plantas con columnas equipadas con charolas de intercambio, lo que constituye el sistema "Thormann". El llamado "Túnel Thormann" presenta

en particular alta eficiencia de separación, alta capacidad de alimentación y baja pérdida de presión. Para dimensionar la baja pérdida de presión es posible por ejemplo, producir la mencionada presión C22 sin dañar térmicamente al producto.

Tamaño de planta: Comenzando desde 24 Ton/día de ácidos grasos

Consumo de servicios: Dependiendo del problema de fraccionamiento."

Aceite de pino

La refinación del ácido del aceite de pino crudo produce un aceite ligeramente coloreado libre de olor y color, y que contiene aproximadamente la misma proporción de ácidos grasos y resínicos que el aceite de pino crudo original, normalmente, 50-70% ácidos grasos y 25-42% materiales neutros.

La destilación simple del aceite de pino crudo (50% ácidos grasos, 40% ácidos resínicos, 10% materiales neutros) arroja un producto que contiene menos resínicos e insaponificables que el aceite original, digamos, 60-85% ácidos grasos, 14-37% ácidos resínicos y 1-3% materiales neutros o insaponificables.

La destilación fraccionada del aceite de pino crudo arroja dos productos principales, ácidos grasos y ácidos resínicos. 100 libras de materia prima producen 25 libras de ácidos grasos, 40 libras de ácidos resínicos y 35 libras de una mezcla de aceite destilado, y residuos del mismo. La fracción de ácido graso está virtualmente libre de ácidos resínicos (<2% de ácidos resínicos) y los ácidos resínicos están virtualmente libres (<3% de ácidos grasos) de ácidos grasos.

La composición de ácidos grasos provenientes de aceite de pino bajos en resínicos se muestra y compara con soya y ácidos de aceite de linaza en la Figura 9 .

| <u>Ácido</u> | <u>Aceite de Pino</u> | <u>Soya</u> | <u>Linaza</u> |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|---------------|
| | ----- Porcentaje por Peso ----- | | |
| Palmítico y Estearico | 3 | 5 | 4 |
| Oleico | 48 | 34 | 5 |
| Linoleico e isómeros | 46 | 51 | 62 |
| Linoleico | 0 | 4 | 24 |
| Otros | <u>3</u> | <u>6</u> | <u>5</u> |
| TOTAL | 100 | 100 | 100 |

Figura 9. Contenido de ácidos grasos de aceite de pino bajo en resínicos comparado con Soya y Ácido de aceite de Linaza

Fuente: R. L. Logan, "Tall Oil Fatty Acids", J. AM. Oil Chemists Soc., November 1979

Los diagramas de flujo para la destilación fraccionada de aceite de pino son como se indica a continuación: Primero, el aceite crudo se pasa a un deshidratador para remover toda el agua; luego pasa a través de un intercambiador de calor para incrementar su temperatura; luego, pasa a un alimentador flash donde por calor y baja temperatura el aceite crudo se convierte en vapor. El vapor pasa a una torre de separación donde se remueven los residuos del aceite. El vapor remanente contiene resínicos, ácidos grasos y materiales neutros. Se alimenta a una torre de fraccionamiento para remover el aceite resínicos virtualmente puro. Los materiales volátiles con olor se remueven desde la cima de la torre. Posteriormente se remueve un ácido graso intermedio cerca de la cima de la torre y se alimenta a otra torre de fraccionamiento, donde se remueven las fracciones de ácidos grasos virtualmente puras y donde los residuos de aceite de pino o fracción olorosa son removidos desde la cima de la torre y se destila aceite de pino en la base de la misma. Los destilados son manejados a temperatura y presión tan bajas como sea posible y con vapor sobre calentado para proteger los ácidos grasos sensibles al calor.

3.2.3 SEPARACIÓN

Introducción

Aun cuando los componentes que presentan diferentes longitudes de cadenas presentes en las mezclas naturales de ácidos grasos pueden separarse por destilación fraccionada, el término "separación" en la industria del ácido graso se reserva para separaciones que no pueden hacerse por destilación. El término "separación" se usa cuando esta operación se hace a partir de mezclas que contienen componentes en su mayoría de la misma longitud de cadena, por lo general C18. La separación se alcanza basada en diferencias en el punto de fusión y/o solubilidad. Existen dos métodos de separación comerciales, la cristalización de solventes y la dispersión acuosa. Estos

métodos se aplican comúnmente a la separación de ácidos grasos de sebo en ácido esteárico y oleico. Estos componentes son separados rápidamente debido a sus grandes diferencias en solubilidad y punto de fusión. El ácido esteárico es sólido de cadena recta, saturado de 18 carbonos. Aun cuando el ácido oleico es también de cadena recta y 18 átomos de carbono, la presencia de una doble ligadura sencilla en las posiciones 9 y 10 de este ácido insaturado lo convierte en un líquido e incrementa su solubilidad en gran medida.

Los ácidos grasos saturados separados de ácidos de sebo son comúnmente llamados el "ácido esteárico" del comercio (a menudo llamado "ácido esteárico estándar"). Sin embargo su composición consiste principalmente de 55% de ácido esteárico (C18) y 45% de ácido palmítico (C16).

En adición a la cristalización de solventes y dispersión acuosa, esta en estudio un nuevo método de separación, la extracción crítica de fluido. En este método el fluido extractor como el CO₂ se mantiene en estado crítico durante la extracción. Los experimentos se están llevando a cabo, de acuerdo a la Arthur D. Little Co. para la extracción de aceites comestibles. Este procedimiento puede ofrecer una nueva ruta para la separación de ácidos grasos.

Cristalización del Solvente

Varios métodos que emplean solventes para la separación de mezclas complejas de ácidos grasos en sus componentes puros individuales se han usado con gran éxito en el laboratorio. El más usado de estos métodos ha sido la cristalización simple de solvente a baja temperatura y extracción líquido-líquido.

Fue la compañía Emery Industries, Inc., la que desarrolló el proceso "Emersol" e introdujo el primer método comercial de cristalización de solvente en su planta de Cincinnati, Ohio, a principios de la década de los 40's. Los ácidos grasos de sebo en concentraciones de 25-30% en 90% de metanol se bombean continuamente a un cristizador multitubular que contiene un agitador. La temperatura se reduce finalmente hasta cerca de -15°C. La lechada resultante de cristales se alimenta a un filtro rotatorio a vacío. La masa filtrada, que consiste de ácido esteárico, se lava continuamente con metanol al 90%, se descarga y se remueve el solvente. El filtrado, que contiene ácido oleico se alimenta a un equipo recuperación de solvente.

Las capacidades de las unidades individuales Emerson son de 2,000 a 5,000 libras/año.

Pueden usarse otros varios solventes. Muchos productores de ácidos grasos en los Estados Unidos usan básicamente el mismo proceso pero con acetona como solvente. Esto presenta la ventaja de eliminar cualquier posibilidad de esterificación de algunos de los ácidos grasos por metanol.

La cristalización de solvente es un proceso de separación versátil. Aun cuando la gran mayoría de separaciones comerciales por cristalización de solventes son en ácidos de sebo, existen algunas mezclas de ácidos grasos sólido-líquido que se separan también. Por ejemplo, varios ácidos grasos vegetales, como los de semilla de algodón y soya, se adecúan para la cristalización

de solventes, aun cuando los cristales no son grandes ni bien definidos. En este proceso, los ácidos grasos sólidos saturados se remueven como la masa filtrada, y una mezcla que contiene principalmente ácido oleico y linoleico se recuperan del filtrado. Los ácidos sólidos obtenidos de semilla de algodón son ricos en ácido palmítico y aquellos obtenidos de la soya son ricos en ácido esteárico (cerca del 80%).

En la cristalización rápida por congelación, el enfriamiento se obtiene por inyección y expansión sobre la mezcla alimentada de ácidos grasos y solventes como metanol con bajo punto de ebullición, refrigerante líquido con alta presión de vapor, como el Freón.

Dispersión Acuosa

El método más reciente usado en forma comercial evita el uso de solventes por entero, evitando de esta manera la necesidad de recuperación del solvente y eliminando los peligros de fuego y explosiones. Así el uso de motores a prueba de explosión y circuitos eléctricos no es requerido.

Henkel, Gmbh, en Alemania, desarrolló un proceso llamado hidrofiliación en el que ácido graso se coloca en una dispersión acuosa luego se bombea ácido graso de sebo fundido y se enfría para formar una pasta que contiene cristales de ácido esteárico disperso en ácido oleico líquido. La pasta se mezcla con una solución acuosa de un agente de superficie activa para crear una dispersión acuosa. Una centrifuga convencional separa los cristales suspendidos de ácido esteárico del ácido oleico líquido. Después de la separación cada componente se lava y el agua residual se remociona por calentamiento.

La eficiencia de la separación varía con la temperatura y otros factores. El ácido esteárico obtenido a partir de ácidos grasos de sebo tiene valores de yodo que varían de 4 a 10. Este proceso es aplicable a otros ácidos grasos como el de girasol, semilla de algodón, aceite de coco y soya.

Una mejora en el proceso de hidrofiliación se refiere al reciclado de la solución de agente secante (Henkel, Gmbh, U.S. 3,870,735, March 11, 1975). Las partículas de ácido graso sólido que contienen la fase acuosa adherente y el agente secante se funden en presencia de una fase acuosa y la porción fundida de ácido graso que contiene al agente secante se separa de la fase acuosa enriquecida con el agente secante, el cual se recicla y la cantidad de solución de agente secante se reemplaza con una solución fresca del mismo.

La Rust Engineering Company es quien posee la tecnología exclusiva en los Estados Unidos y Canadá.

3.2.4 HIDROGENACIÓN

La hidrogenación de materia prima no saturada es un medio comercial conveniente para convertirla en un producto menos saturado o completamente saturado. El proceso inverso de convertir materia prima saturada en un producto insaturado por deshidrogenación no es factible comercialmente para ácidos grasos o sus derivados. La hidrogenación puede aplicarse al ácido graso después del desdoblamiento, o a la glicerina antes del mismo. Los ácidos grasos de aceite de pino hidrogenado son comúnmente producidos al desdoblar primero el aceite de pino y luego hidrogenar los ácidos del mismo, aún cuando esta secuencia requiere que el hidrogenador sea de acero inoxidable. Los ácidos grasos de pescado hidrogenados son manejados en una mejor forma al invertir los pasos. El aceite de pescado se hidrogena primero y luego se desdobla. De esta manera, se evitan pérdidas por polimerización cuando el aceite de pescado se somete al desdoblamiento por alta temperatura o presión.

La hidrogenación se efectúa por lotes en un reactor con agitación, con capacidades de 1000 a 5000 galones a presiones de hasta 500 psi, en presencia de 0.05 a 0.5% de un catalizador reductor tipo níquel. La reacción es exotérmica y se requiere enfriamiento para prevenir el sobre calentamiento del catalizador y del material. Después que se completa la hidrogenación, el catalizador de níquel se remueve por filtración con la ayuda de un filtro. El níquel puede recuperarse de la masa filtrada y ser procesado para reusarse.

De acuerdo a Lurgi Express Information & The Rust Engineering Company, las hidrogenaciones por lotes y continuas se realizan como sigue:

Hidrogenación por Lotes

"La materia prima fluye de un recipiente graduado al hidrogenador autoclave donde se calienta con vapor (10 bar) y se seca a vacío (30-40 mm. Hg). Después de añadir el catalizador, se inyecta el hidrógeno mediante inyectores en el fondo del autoclave. Un agitador provee una mezcla exhaustiva de los componentes y al mismo tiempo transfiere la mezcla de material y catalizador a la atmósfera de hidrógeno en la parte superior de la autoclave. Una vez que se alcanza el punto de fusión y/o índice de yodo, se interrumpe la inyección de hidrógeno. El producto hidrogenado se enfría en el autoclave y se envía a un receptor. El catalizador se separa en un filtro prensa".

Hidrogenación Continua

"La materia prima precalentada se flashea dentro de un recipiente a vacío (30-40 mm. Hg) donde se seca y luego se transfiere a una presión de cerca de 25 bar por medio de un calentador al reactor.

A un bajo índice de yodo, el calor de la reacción se remueve mediante un intercambiador de calor con material no hidrogenado, mientras aun alto índice de yodo se aplica enfriamiento adicional. La materia prima, el hidrogeno y el catalizador se mezclan antes de entrar al reactor. La mezcla fluye a través del reactor, del fondo hacia la cima. Mientras la mezcla pasa a través del reactor en una operación de un solo paso, el hidrógeno excedente se recicla. La mezcla de producto y catalizador acumulada en el separador intercambia calor con el material alimentado al reactor. Posteriormente ocurre un enfriamiento a 100°C en un segundo intercambiador de calor. A esa temperatura, el producto hidrogenado se flashea en un recipiente. Luego se separa el catalizador en un filtro".

Datos Técnicos

- (1) Para una planta de operación continua con una reducción promedio del índice de yodo de 60
Capacidades: 50-100 Ton/día
- (2) Para una planta de operación por lotes con una reducción promedio del índice de yodo de 60
Capacidades: 3, 5, 8, 10, 12.5 Ton/lote

| | (1) | (2) |
|-------------------|------------|-----------------------------------|
| Tamaños de Planta | 50 Ton/día | 8 Ton/lote (Aprox. 32 Ton/día) |
| Temperatura (°C) | Hasta 220 | Aprox. 220 |
| Presión (bar) | Aprox. 25 | Aprox. 25 |

Consumo aproximado de Servicios por Tonelada de Materia Prima:

| | (1) | (2) |
|--|-----------|---------|
| Vapor a 10 bar (kg.) | 100 | 140 |
| Agua de enfriamiento a 20°C (m3) | 4 | 6 |
| Electricidad (KWH) | Máx. 13 | Máx. 20 |
| Catalizador (Níquel puro) para ácido graso destilado (%) | 0.08-0.35 | 0.1-0.4 |
| Hidrógeno (m3) a NTP | 72 | 72 |

3.3 PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN LA EMPRESA ANALIZADA

En esta parte del trabajo se hará una descripción de los equipos y los procesos que se utilizan en la empresa analizada, sin profundizar en demasía sobre las características técnicas de dichos equipos, sino solamente una referencia que nos indique a cual de los procesos anteriormente descritos corresponden.

3.3.1 Hidrogenación

Para éste proceso se cuenta con dos reactores de acero inoxidable con una capacidad de 6000 litros c/u que pueden manejar lotes de producción de 4.3 toneladas en procesos que tienen un tiempo de residencia de 2.5 horas aproximadamente. La experiencia del área productiva nos dice que es posible procesar hasta 25.8 toneladas de ácido graso en un solo día, lo que nos lleva a concluir que se hidrogenan 6 lotes al día.

Suponiendo que mientras un reactor trabaja el otro se encuentra en etapa de preparación, estamos hablando que en total son 15 horas de proceso para hidrogenar las 25.8 toneladas de ácido graso. Tomando en cuenta que este tiempo no excede el mínimo calculado de 19.45 horas para el producto que tiene una mayor demanda de hidrógeno (este es el Q1070), nos lleva a concluir que la etapa de preparación compensa el déficit en producción de hidrógeno que se pudiera presentar, y los problemas de paro por BPG (baja presión de gas) deberían de ser lo menos, siempre y cuando la producción de hidrogeno sea continua.

3.3.2 Glicerina

Aquí únicamente nos concretamos a indicar que en esta área de producción se pueden obtener hasta 3.6 toneladas de glicerina al 98 % al día, que se obtienen de la refinación del agua glicerinososa (agua dulce) que se generó en la etapa de desdoblamiento, esto es, agua con una concentración de glicerina de aproximadamente el 14%.

3.3.3 Desdoblamiento

Aquí la empresa cuenta con el proceso descrito en el punto 3.2.1 como "proceso Autoclave en tres etapas de separación a contracorriente", y para ello cuenta con tres autoclaves del tipo cilíndrico vertical, cada una con una capacidad de 10,500 litros, tipo torriesférico.

La experiencia del área productiva nos dice que es posible obtener en promedio 47.1 toneladas de ácido graso en un solo día.

3.3.4 Destilación

Para este proceso la empresa analizada cuenta con tres equipos que a continuación describimos brevemente:

3.3.4.1 Destilación torre B:

Este equipo viene a ser el proceso descrito en el punto 3.2.2 bajo el título de "Destilación continua STRAIGHT", y donde la experiencia del área productiva nos dice que es posible obtener en promedio 18.6 toneladas de ácido graso en un solo día.

El equipo es una columna de destilación del tipo cilíndrico vertical, con 1.06 mts de diámetro y 11.17 mts de altura.

3.3.4.2 Destilación torre C:

Este equipo viene a ser el proceso descrito en el punto 3.2.2 bajo el título de "Destilación continua STRAIGHT", y donde la experiencia del área productiva nos dice que es posible obtener en promedio 17.3 toneladas de ácido graso en un solo día.

El equipo es una columna de destilación del tipo cilíndrico vertical, con 1.01 mts de diámetro y 8.12 mts de altura.

3.3.4.3 Destilación Mazzoni

Este equipo viene a ser el proceso descrito en el punto 3.2.2 bajo el título de "Destilación horizontal Foster Wheeler", y donde la experiencia del área productiva nos dice que es posible obtener en promedio 14.9 toneladas de ácido graso en un solo día.

El equipo es un Destilador capas de manejar 600 Kg./Hr de ácido graso, con una cámara de compartimentos, mamparas separadoras y serpentín interno de calefacción en tubo de 1 pulgada. Dicho equipo esta acompañado por un tanque deshidratador del tipo cilíndrico vertical con fondo cónico, con 0.70 mts. de diámetro y 1.50 mts. de altura con una capacidad de 600 litros.

Los equipos anteriormente descritos sumarían una capacidad total de 50.8 toneladas de ácido graso en un solo día, sin embargo para los fines del presente trabajo consideraremos una capacidad total de 53.2 toneladas de ácido graso, ya que esta última cifra es la que la experiencia del área productiva nos dice que es posible obtener.

3.3.5 Escamado

En esta área, como su nombre lo indica, se encargan de escamar aquellos materiales que por su temperatura de fusión serían sólidos a temperatura ambiente, esto es, los ácidos grasos hidrogenados.

El equipo consiste en un roll de escamado del tipo cilíndrico horizontal, de 1.22 mts. de diámetro y 2.88 mts. de longitud. Lo anterior nos da como resultado un área de contacto de 10.52 m². Básicamente el proceso consiste en poner en contacto el ácido graso líquido con el cilindro enfriado con agua lo que solidifica inmediatamente a la grasa, y la película sólida resultante es fraccionada por unas cuchillas que la cortan en pequeñas porciones llamadas escamas, que son retiradas de la superficie del roll por otra cuchilla paralela al mismo, y son transportadas en un canal ligeramente inclinado que las dirige directamente al lugar donde se están llenando los sacos de 25 Kg. netos de peso.

La experiencia del área productiva nos dice que es posible obtener en promedio hasta 21.3 toneladas de ácido graso hidrogenado, en sacos de 25 Kg., en un solo día.

3.3.6 Esterificación

El proceso consiste básicamente en poner juntos en un reactor el ácido graso hidrogenado con la glicerina y lograr la reacción reversible del desdoblamiento, esto es, lograr la esterificación de uno solo de los grupos OH de la glicerina con el grupo carboxilo (COOH) del ácido graso.

El equipo consiste en un reactor con un volumen de 7 m³, de capacidad de carga de 4 toneladas, con 1.53 mts. de diámetro y 3.89 mts. de altura total, equipado con un agitador accionado con un motor de 40 HP.

La experiencia del área productiva nos dice que es posible obtener hasta 3.7 toneladas de monoestearato de glicerilo en un solo día, lo que nos lleva a concluir que se esterifica un solo lote al día.

3.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La demanda de ácidos grasos se ha visto debilitada durante los primeros meses de 1993, debido principalmente a que se ha incrementado la oferta de ácidos grasos importados (USA y Malasia) a precios inferiores (6%) y mejores condiciones de crédito. Esto ha obligado a la empresa a buscar un incremento substancial en las exportaciones, así como ha otorgar mayores plazos de crédito a clientes importantes; pero esto ha agudizado el problema de flujo de efectivo que la empresa ya venía acarreado desde el año pasado.

La capacidad de producción, manteniendo la mezcla actual, es de 1,250 toneladas mensuales pero debido a fallas importantes en equipos mayores, debido a la edad de los mismos, el presupuesto de producción no se logrará alcanzar al final del año.

Los costos internacionales de Sebo (principal materia prima) durante el presente año han mostrado un comportamiento atípico registrando alzas no presupuestadas, lo que ha obligado a la empresa a; sustituir tipos de sebo por otros de menor calidad, y a una mayor utilización del residuo en la obtención de ácidos grasos que no demandan gran calidad.

Los principales productos que fabrica EMPRESA se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- Ácidos grasos hidrogenados, simple y triple prensado (se presentan en escama y polvo)
- Ácidos grasos hidrogenados (surtidos a granel en forma líquida)
- Ácidos grasos de sebo (surtidos en forma líquida)

Los principales mercados a los que van los productos de EMPRESA son:

- Hulero, 34.3% *
- Cosmético y farmacéutico, 10.3% *
- Alimentos, 1.1% *
- Jabones y detergentes, 33.1% *
- Estearatos, 8.8% *
- Varios, 12.4% *

* % en volumen

3.4.1 Expectativas

La empresa planea como acciones para mejorar los márgenes en 1993: Una política más agresiva de precios. Una mejora sustancial en el sistema de compra de sebo. Una mejora en los rendimientos de la planta. Un mayor uso posible del residuo. Aumentar la reventa de productos, esto es, importar producto terminado de otros países (USA y Malasia). Una mayor producción de los ácidos grasos hidrogenados (por razón de la demanda del mercado).

Sin embargo lo anterior no contempla que la planta de producción mantiene un C.C.R., el cual es la capacidad de hidrogenación de la planta, El presupuesto que se elaboró para el año de 1993 se basó exclusivamente en la mejora de un indicador de resultado, este es, la utilidad neta; se calcularon los costos y los márgenes de los productos para explicar que productos se debían producir más (ácidos grasos de sebo) para mejorar dicho indicador. Sin embargo en dicho presupuesto para nada se habló de los otros dos indicadores de resultados, estos son: el retorno sobre la inversión y el flujo de efectivo.

En general no se habla para nada de introducir un proceso de mejora continua para asegurar y mejorar una posición competitiva.

" El mercado actual está más concurrido, es más dinámico y está más intensamente competido que en cualquier otro momento de la historia.

La producción industrial es testigo de como se ha intensificado la carrera por el dominio del mercado: los ciclos de vida de los productos se están acortando; la meta de la calidad es cero defectos; se introduce cada año nueva tecnología de maquinaria y los nuevos sistemas para controlar la producción se suceden a una velocidad sin precedentes.

Lo que antes eran cambios relativamente graduales, en años recientes se han transformado en una carrera de intensidad exponencial. Quienes no sean capaces de **mejorar continuamente** se quedarán atrás, puesto que tener éxito en este entorno exige algo más que mejoras únicas."

.....(1)

El presente trabajo tiene como finalidad proponer un proceso de mejora que se refleje positivamente en los tres indicadores de resultados ya mencionados; esto es la implantación de un nuevo sistema de producción, DBR, por medio de una simulación suponiendo que el sistema existe y observando como influiría en dichos indicadores.

¹ Goldratt, Eliyahu M. y Fox, Robert E. La Carrera. Ediciones Castillo, S.A. de C.V. México, 1992

CAPITULO 4. IMPLANTACIÓN DE UN PROCESO DE MEJORA CONTÍNUA EN LA PLANTA QUÍMICA DE ÁCIDOS GRASOS

4.1 SIMULACIÓN DEL MANEJO DE INVENTARIOS, APLICANDO EL MÉTODO DBR

Para este análisis nos basamos en lo que concluimos en el capítulo 2 acerca del método DBR, es decir, identificamos el recurso con restricción de capacidad (CCR) el cual dictará la velocidad de producción de toda la planta.

4.1.1 PREMISAS DEL MODELO PROPUESTO

Como una premisa fundamental en el análisis que llevamos a cabo en el presente trabajo está el de que partimos de la base de que en los meses analizados (Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre) se demandan las mismas cantidades de los diferentes productos terminados, y compararemos lo que sucedió en la realidad en esos cinco meses analizados, contra un DBR hipotéticamente implantado al principio de nuestro mes de Mayo.

En la siguiente tabla se podrán ver las cantidades de materia prima (sebo) que demandan los diferentes productos:

| PRODUCTO | Kg M.P. / Kg PROD. |
|----------|--------------------|
| 1012 | 1.208 |
| 1070 | 1.26 |
| 3638 | 1.26 |
| 5065 | 1.185 |

Tabla 4.1.1.1

Sin embargo, debemos recordar que los tiempos de proceso que damos en la tabla 2.2.2.1 están medidos a la salida de cada uno de los recursos, por lo que todo nuestro modelo diseñado en el capítulo 2 no se verá mayormente afectado por las muy pequeñas pérdidas que llegan a presentarse en los procesos que ocurren inmediatamente después del desdoblamiento (ver tabla 4.1.1.2). Para lo que nos serviría la tabla 4.1.1.1 sería únicamente para calcular la cantidad de materia prima (sebo) necesaria para la obtención de los diferentes productos.

| PRODUCTO | Kg Desdoblados / Kg PROD. |
|----------|---------------------------|
| 1012 | 1.020 |
| 1070 | 1.063 |
| 3638 | 1.063 |
| 5065 | 1.000 |

Tabla 4.1.1.2

Otro de los datos fundamentales que debemos tomar en cuenta es el referente a las cantidades de productos en proceso que se presentaron al principio y al final de cada uno de los meses analizados (Mayo a Septiembre), lo cual nos permite calcular, de acuerdo al modelo diseñado en el capítulo 2, lo ocupados que estuvieron los recursos en cada uno de estos meses.

| EMPRESA, S.A. DE C.V. | | | |
|-------------------------|--------------------|------------------|-------------|
| ANÁLISIS DE INVENTARIOS | | | |
| AL MES DE MAYO | | | |
| | INVENTARIO INICIAL | INVENTARIO FINAL | ACUMULACIÓN |
| SEBO DESDOBLADO | 115.357 | 27.478 | -87.879 |
| R-520 DESDOBLADO | 114.566 | 17.950 | -96.616 |
| | 229.923 | 45.428 | -184.495 |
| SEBO DESTILADO | 47.187 | 109.703 | 62.516 |
| R-520 DESTILADO | 0.540 | 47.249 | 46.709 |
| | 47.727 | 156.952 | 109.225 |
| SEBO HIDROGENADO | 27.056 | 3.585 | -23.471 |
| R-520 HIDROGENADO | 11.108 | 9.857 | -1.251 |
| | 38.164 | 13.442 | -24.722 |
| TOTALES | 315.814 | 215.822 | -99.992 |

| EMPRESA, S.A. DE C.V. | | | |
|-------------------------|--------------------|------------------|-------------|
| ANÁLISIS DE INVENTARIOS | | | |
| AL MES DE JUNIO | | | |
| | | | |
| | INVENTARIO INICIAL | INVENTARIO FINAL | ACUMULACIÓN |
| SEBO DESDOBLADO | 27.478 | 45.138 | 17.660 |
| R-520 DESDOBLADO | 17.950 | 28.624 | 10.674 |
| | 45.428 | 73.762 | 28.334 |
| SEBO DESTILADO | 109.703 | 31.077 | -78.626 |
| R-520 DESTILADO | 47.249 | 4.840 | -42.409 |
| | 156.952 | 35.917 | -121.035 |
| SEBO HIDROGENADO | 3.585 | 21.838 | 18.253 |
| R-520 HIDROGENADO | 9.857 | 0.812 | -9.045 |
| | 13.442 | 22.650 | 9.208 |
| TOTALES | 215.822 | 132.329 | -83.493 |

| EMPRESA, S.A. DE C.V. | | | |
|-------------------------|--------------------|------------------|-------------|
| ANÁLISIS DE INVENTARIOS | | | |
| AL MES DE JULIO | | | |
| | | | |
| | INVENTARIO INICIAL | INVENTARIO FINAL | ACUMULACIÓN |
| SEBO DESDOBLADO | 45.138 | 111.547 | 66.409 |
| R 520 DESDOBLADO | 28.624 | 0.000 | -28.624 |
| | 73.762 | 111.547 | 37.785 |
| SEBO DESTILADO | 31.077 | 35.180 | 4.103 |
| R-520 DESTILADO | 4.840 | 0.000 | -4.840 |
| | 35.917 | 35.180 | -0.737 |
| SEBO HIDROGENADO | 21.838 | 42.926 | 21.088 |
| R 520 HIDROGENADO | 0.812 | 0.000 | -0.812 |
| | 22.650 | 42.926 | 20.276 |
| TOTALES | 132.329 | 189.653 | 57.324 |

| EMPRESA. S.A. DE C.V | | | |
|-------------------------|--------------------|------------------|-------------|
| ANÁLISIS DE INVENTARIOS | | | |
| AL MES DE AGOSTO | | | |
| | | | |
| | INVENTARIO INICIAL | INVENTARIO FINAL | ACUMULACIÓN |
| SEBO DESDOBLADO | 111.547 | 36.509 | -75.038 |
| R-520 DESDOBLADO | 0.000 | 6.052 | 6.052 |
| | 111.547 | 42.561 | -68.986 |
| SEBO DESTILADO | 35.180 | 48.631 | 13.451 |
| R-520 DESTILADO | 0.000 | 12.381 | 12.381 |
| | 35.180 | 61.012 | 25.832 |
| SEBO HIDROGENADO | 42.926 | 15.236 | -27.690 |
| R-520 HIDROGENADO | 0.000 | 13.154 | 13.154 |
| | 42.926 | 28.390 | -14.536 |
| TOTALES | 189.653 | 131.963 | -57.690 |

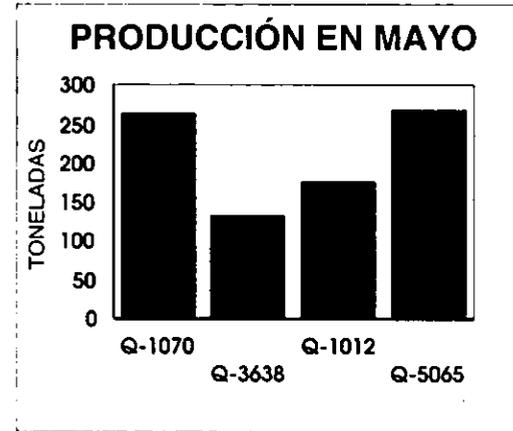
| EMPRESA. S.A. DE C.V | | | |
|-------------------------|--------------------|------------------|-------------|
| ANÁLISIS DE INVENTARIOS | | | |
| AL MES DE SEPTIEMBRE | | | |
| | | | |
| | INVENTARIO INICIAL | INVENTARIO FINAL | ACUMULACIÓN |
| SEBO DESDOBLADO | 36.509 | 94.125 | 57.616 |
| R-520 DESDOBLADO | 6.052 | 0.000 | -6.052 |
| | 42.561 | 94.125 | 51.564 |
| SEBO DESTILADO | 48.631 | 7.446 | -41.185 |
| R-520 DESTILADO | 12.381 | 0.000 | -12.381 |
| | 61.012 | 7.446 | -53.566 |
| SEBO HIDROGENADO | 15.236 | 117.921 | 102.685 |
| R-520 HIDROGENADO | 13.154 | 0.000 | -13.154 |
| | 28.390 | 117.921 | 89.531 |
| TOTALES | 131.963 | 219.492 | 87.529 |

| EMPRESA, S.A. DE C.V. | | | |
|-------------------------|--------------------|------------------|-------------|
| ANÁLISIS DE INVENTARIOS | | | |
| DE MAYO A SEPTIEMBRE | | | |
| | INVENTARIO INICIAL | INVENTARIO FINAL | ACUMULACIÓN |
| SEBO DESDOBLADO | 115.357 | 94.125 | -21.232 |
| R-520 DESDOBLADO | 114.566 | 0.000 | -114.566 |
| | 229.923 | 94.125 | -135.798 |
| SEBO DESTILADO | 47.187 | 7.446 | -39.741 |
| R-520 DESTILADO | 0.540 | 0.000 | -0.540 |
| | 47.727 | 7.446 | -40.281 |
| SEBO HIDROGENADO | 27.056 | 117.921 | 90.865 |
| R-520 HIDROGENADO | 11.108 | 0.000 | -11.108 |
| | 38.164 | 117.921 | 79.757 |
| TOTALES | 315.814 | 219.492 | -96.322 |

En las siguientes páginas describimos, a partir de nuestro modelo, lo que ocurrió con cada uno de los recursos en los meses analizados. Observar que le hemos agregado a la suma de cada recurso (TON'S / MES) el renglón correspondiente a la acumulación de inventario para cada recurso, tomado de los datos anteriores, con el objeto de tener lo mas real posible el dato de tiempo de producción (MINUTOS / MES) de cada recurso en el mes analizado.

| NUMERO DE OPERACION | RECURSO | TIEMPO DE PRODUCCIÓN (POR EQUIPOS) | |
|---------------------|----------------|------------------------------------|-------------|
| | | Ton/Día | Mnutos /Ton |
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28 | 51.4 |

| PRODUCTO | EXIGENCIAS DE PRODUCCIÓN EN MAYO | | PRODUCCIÓN | |
|----------|----------------------------------|---------|-------------|--|
| | Ton/mes | Ton/día | Mnutos /Ton | |
| Q-1070 | 264.2 | 8.7 | 166.2 | |
| Q-3638 | 133.8 | 4.4 | 328.3 | |
| Q-1012 | 176.9 | 5.8 | 248.3 | |
| Q-5065 | 269.4 | 8.8 | 163.0 | |
| | <u>844.3</u> | | | |



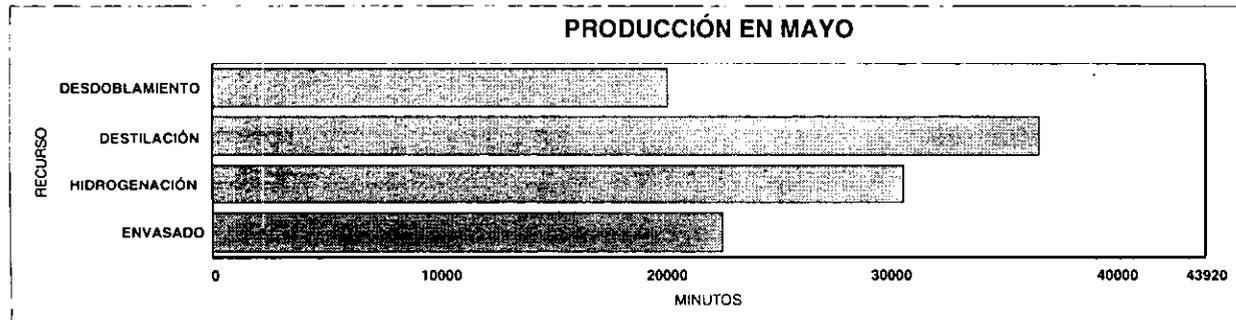
| RESUMEN | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | REPROCESOS | SUMA | SUMA |
|---------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|----------------|
| | Mnutos /Ton | Mnutos /Ton | Mnutos /Ton | Mnutos /Ton | Mnutos /Ton | Mnutos /Ton | Toneladas /Mes |
| Q-1070 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 51.4 | -25.7 | 166.2 | 264.2 |
| Q-3638 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 0.0 | 187.7 | 328.3 | 133.8 |
| Q-1012 | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | 83.4 | 248.3 | 176.9 |
| Q-5065 | 30.6 | 27.1 | 0.0 | 0.0 | 105.4 | 163.0 | <u>269.4</u> |
| | | | | | | | 844.3 |
| | | Q-1070 | Q-3638 | Q-1012 | Q-5065 | | |
| | PRODUCCIÓN TEÓRICA | 192.0 | 140.5 | 164.9 | 57.6 | | |
| | PREPARACIÓN Y REPROCESOS | | -25.7 | 187.7 | 83.4 | 105.4 | |
| | EFICIENCIA = | 115.5% | 42.8% | 66.4% | 35.4% | | |

MES = 43,920 Minutos

| | DESDOBLAMIENTO Minutos/Ton | DESTILACIÓN Minutos/Ton | HIDROGENACIÓN Minutos/Ton | ENVASADO Minutos/Ton |
|--|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 |

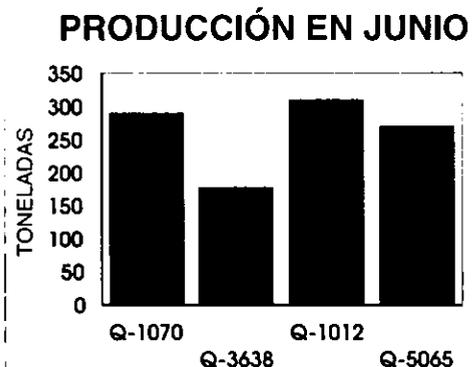
| | DESDOBLAMIENTO Ton/Mes | DESTILACIÓN Ton/Mes | HIDROGENACIÓN Ton/Mes | ENVASADO Ton/Mes |
|-------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
| Q-1070 | 264.2 | 528.4 | 264.2 | 264.2 |
| Q-3638 | 133.8 | 267.6 | 133.8 | 0 |
| Q-1012 | 176.9 | 176.9 | 176.9 | 176.9 |
| Q-5065 | 269.4 | 269.4 | 0 | 0 |
| | 844.3 | 1242.3 | 574.9 | 441.1 |
| ACUMULACIÓN | -184.5 | 109.2 | -24.7 | |
| SUMA | 659.8 | 1351.5 | 550.2 | 441.1 |

| | DESDOBLAMIENTO Minutos/Mes | DESTILACIÓN Minutos/Mes | HIDROGENACIÓN Minutos/Mes | ENVASADO Minutos/Mes | SUMA Minutos/Mes | |
|-------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------|-----|
| PRODUCCIÓN | 20190 | 36626 | 30701 | 22673 | 110189 | 63% |
| PREPARACIÓN | 23730 | 7294 | 13219 | 21247 | 65491 | 37% |



| NUMERO DE OPERACION | RECURSO | TIEMPO DE PRODUCCIÓN | TIEMPO DE PRODUCCIÓN |
|---------------------|----------------|--------------------------|------------------------------|
| | | (POR EQUIPOS) Ton/Día | (POR EQUIPOS) Minutos/Ton |
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28 | 51.4 |

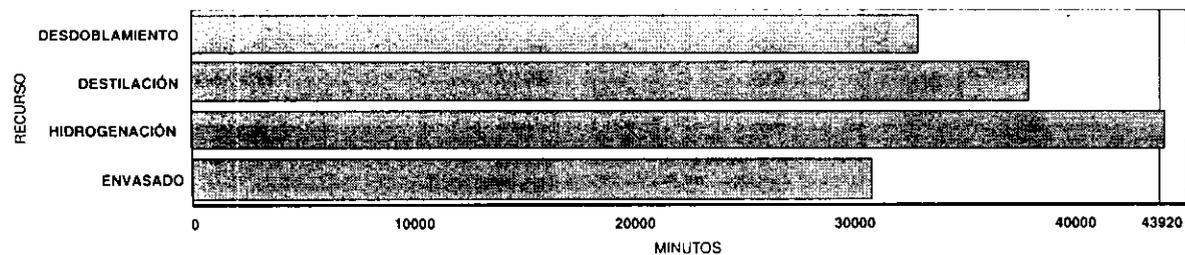
| PRODUCTO | EXIGENCIAS DE PRODUCCIÓN EN JUNIO | PRODUCCIÓN | PRODUCCIÓN |
|----------|-----------------------------------|------------|-------------|
| | Ton/mes | Ton/día | Minutos/Ton |
| Q-1070 | 291.6 | 9.6 | 150.6 |
| Q-3638 | 179.5 | 5.9 | 244.7 |
| Q-1012 | 310.1 | 10.2 | 141.6 |
| Q-5065 | 270.2 | 8.9 | 162.5 |
| | <u>1051.4</u> | | |



| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | REPROCESOS | SUMA | SUMA |
|----------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Toneladas/Mes |
| Q-1070 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 51.4 | -41.3 | 150.6 | 291.6 |
| Q-3638 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 0.0 | 104.2 | 244.7 | 179.5 |
| Q-1012 | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | -23.3 | 141.6 | 310.1 |
| Q-5065 | 30.6 | 27.1 | 0.0 | 0.0 | 104.9 | 162.5 | 270.2 |
| | | | | | | <u>1051.4</u> | 1051.4 |
| RESUMEN | | Q-1070 | Q-3638 | Q-1012 | Q-5065 | | |
| | PRODUCCIÓN TEÓRICA | 192.0 | 140.5 | 164.9 | 57.6 | | |
| | PREPARACIÓN Y REPROCESOS | -41.3 | 104.2 | -23.3 | 104.9 | | |
| | EFICIENCIA = | 127.4% | 57.4% | 116.4% | 35.5% | | |

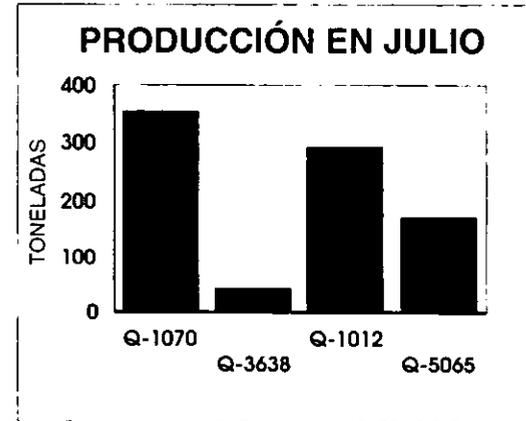
| | | | | | | |
|--|----------------|----------------|---------------|-------------|-------------|-----|
| MES = | | 43.920 Minutos | | | | |
| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | | |
| | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | | |
| | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | | |
| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | | |
| | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes | | |
| Q-1070 | 291.6 | 583.2 | 291.6 | 291.6 | | |
| Q-3638 | 179.5 | 359 | 179.5 | 0 | | |
| Q-1012 | 310.1 | 310.1 | 310.1 | 310.1 | | |
| Q-5065 | 270.2 | 270.2 | 0 | 0 | | |
| | 1051.4 | 1522.5 | 781.2 | 601.7 | | |
| ACUMULACIÓN | 28.3 | -121 | 9.2 | | | |
| SUMA | 1079.7 | 1401.5 | 790.4 | 601.7 | | |
| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | SUMA | |
| | Minutos/Mes | Minutos/Mes | Minutos/Mes | Minutos/Mes | Minutos/Mes | |
| PRODUCCIÓN | 33039 | 37981 | 44104 | 30927 | 146051 | 83% |
| PREPARACIÓN | 10881 | 5939 | -184 | 12993 | 29629 | 17% |

PRODUCCIÓN EN JUNIO



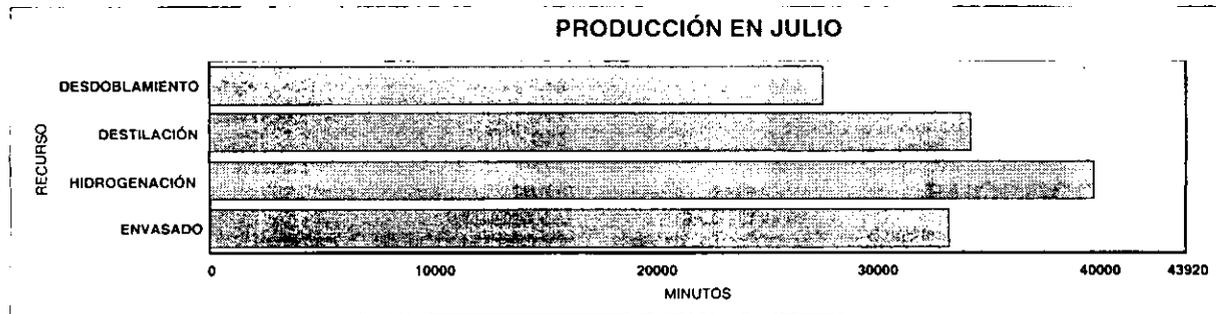
| NUMERO DE OPERACION | RECURSO | TIEMPO DE PRODUCCIÓN | TIEMPO DE PRODUCCIÓN |
|---------------------|----------------|--------------------------|------------------------------|
| | | (POR EQUIPOS) Ton/Día | (POR EQUIPOS) Mnutos /Ton |
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28 | 51.4 |

| PRODUCTO | EXIGENCIAS DE PRODUCCIÓN EN JULIO | PRODUCCIÓN | PRODUCCIÓN |
|----------|-----------------------------------|------------|-------------|
| | Ton/mes | Ton/día | Mnutos /ton |
| Q-1070 | 355.2 | 11.6 | 123.6 |
| Q-3638 | 45.3 | 1.5 | 969.5 |
| Q-1012 | 293.5 | 9.6 | 149.6 |
| Q-5065 | <u>172.2</u> | 5.6 | 255.1 |
| | 866.2 | | |



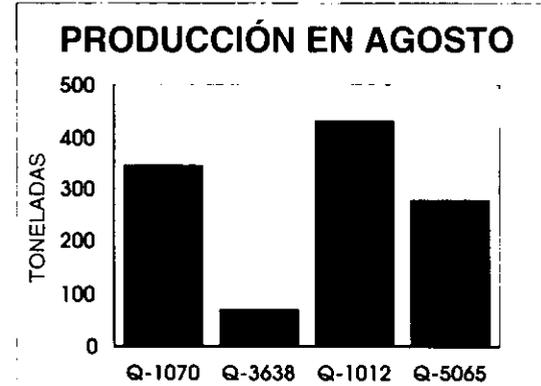
| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | REPROCESOS | SUMA | SUMA |
|----------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|----------------|
| | Mnutos /ton | Mnutos /ton | Mnutos /ton | Mnutos /ton | Mnutos /ton | Mnutos /ton | Toneladas /Mes |
| Q-1070 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 51.4 | -68.3 | 123.6 | 355.2 |
| Q-3638 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 0.0 | 829.0 | 969.5 | 45.3 |
| Q-1012 | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | -15.2 | 149.6 | 293.5 |
| Q-5065 | 30.6 | 27.1 | 0.0 | 0.0 | 197.4 | 255.1 | <u>172.2</u> |
| | | | | | | | 866.2 |
| RESUMEN | | Q-1070 | Q-3638 | Q-1012 | Q-5065 | | |
| | PRODUCCIÓN TEÓRICA | 192.0 | 140.5 | 164.9 | 57.6 | | |
| | PREPARACIÓN Y REPROCESOS | -68.3 | 829.0 | -15.2 | 197.4 | | |
| | EFICIENCIA = | 155.2% | 14.5% | 110.2% | 22.6% | | |

| MES = | | 43.920 Minutos | | | | |
|--|-----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | | |
| | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton | |
| | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | | |
| | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | | |
| | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes | |
| Q-1070 | 355.2 | 710.4 | 355.2 | 355.2 | | |
| Q-3638 | 45.3 | 90.6 | 45.3 | 0 | | |
| Q-1012 | 293.5 | 293.5 | 293.5 | 293.5 | | |
| Q-5065 | 172.2 | 172.2 | 0 | 0 | | |
| | 866.2 | 1266.7 | 694 | 648.7 | | |
| ACUMULACIÓN | 37.8 | -0.7 | 20.3 | | | |
| SUMA | 904 | 1266 | 714.3 | 648.7 | | |
| | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | SUMA | |
| | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes |
| PRODUCCIÓN | 27662 | 34309 | 39858 | 33343 | 135172 | 77% |
| PREPARACIÓN | 16258 | 9611 | 4062 | 10577 | 40508 | 23% |



| NUMERO DE OPERACION | RECURSO | TIEMPO DE PRODUCCIÓN | TIEMPO DE PRODUCCIÓN |
|---------------------|----------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | (POR EQUIPOS) Ton/Día | (POR EQUIPOS) Minutos /Ton |
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28 | 51.4 |

| PRODUCTO | EXIGENCIAS DE PRODUCCIÓN EN AGOSTO | PRODUCCIÓN | PRODUCCIÓN |
|----------|------------------------------------|------------|--------------|
| | Ton/mes | Ton/día | Minutos /Ton |
| Q-1070 | 345 | 11.3 | 127.3 |
| Q-3638 | 71.7 | 2.4 | 612.6 |
| Q-1012 | 430.2 | 14.1 | 102.1 |
| Q-5065 | 277.4 | 9.1 | 158.3 |
| | <u>1124.3</u> | | |



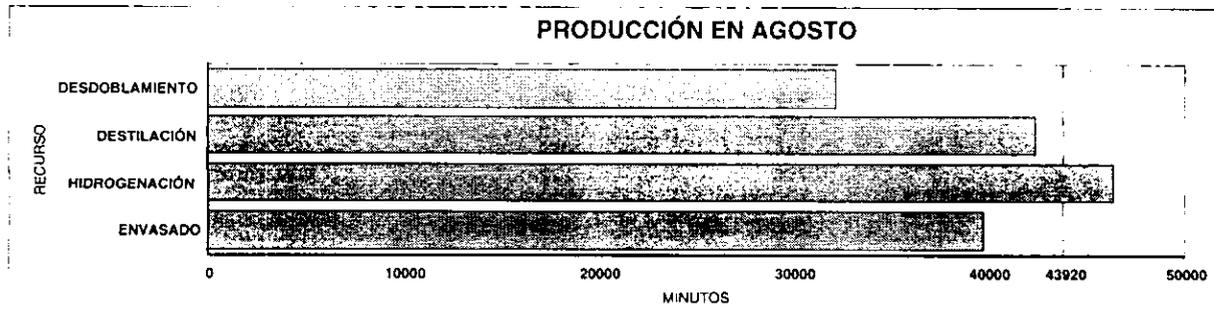
| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | REPROCESOS | SUMA | SUMA |
|--------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Toneladas /Mes |
| Q-1070 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 51.4 | -64.6 | 127.3 | 345.0 |
| Q-3638 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 0.0 | 472.0 | 612.6 | 71.7 |
| Q-1012 | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | -62.8 | 102.1 | 430.2 |
| Q-5065 | 30.6 | 27.1 | 0.0 | 0.0 | 100.7 | 158.3 | 277.4 |
| | | | | | | <u>1124.3</u> | |
| RESUMEN | | Q-1070 | Q-3638 | Q-1012 | Q-5065 | | |
| PRODUCCIÓN TEÓRICA | | 192.0 | 140.5 | 164.9 | 57.6 | | |
| PREPARACIÓN Y REPROCESOS | | -64.6 | 472.0 | -62.8 | 100.7 | | |
| EFICIENCIA = | | 150.8% | 22.9% | 161.5% | 36.4% | | |

MES = 43.920 Minutos

| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO |
|--|----------------|---------------|---------------|---------------|
| | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton |
| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 |

| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO |
|-------------|----------------|-------------|---------------|----------|
| | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes |
| Q-1070 | 345.0 | 690 | 345 | 345 |
| Q-3638 | 71.7 | 143.4 | 71.7 | 0 |
| Q-1012 | 430.2 | 430.2 | 430.2 | 430.2 |
| Q-5065 | 277.4 | 277.4 | 0 | 0 |
| | 1124.3 | 1541 | 846.9 | 775.2 |
| ACUMULACIÓN | -69 | 25.8 | -14.5 | |
| SUMA | 1055.3 | 1566.8 | 832.4 | 775.2 |

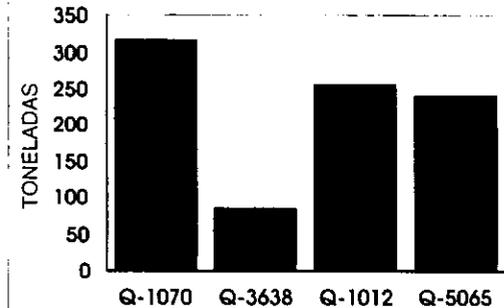
| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | SUMA | |
|-------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----|
| | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | |
| PRODUCCIÓN | 32292 | 42460 | 46448 | 39845 | 161046 | 92% |
| PREPARACIÓN | 11628 | 1460 | -2528 | 4075 | 14634 | 8% |



| NUMERO DE OPERACION | RECURSO | TIEMPO DE PRODUCCIÓN | TIEMPO DE PRODUCCIÓN |
|---------------------|----------------|--------------------------|------------------------------|
| | | (POR EQUIPOS) Ton/Día | (POR EQUIPOS) Minutos/Ton |
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28 | 51.4 |

| PRODUCTO | EXIGENCIAS DE PRODUCCIÓN EN SEPTIEMBRE | PRODUCCIÓN | PRODUCCIÓN |
|----------|--|------------|-------------|
| | Ton/mes | Ton/día | Minutos/Ton |
| Q-1070 | 316.6 | 10.4 | 138.7 |
| Q-3638 | 85 | 2.8 | 516.7 |
| Q-1012 | 256.6 | 8.4 | 171.2 |
| Q-5065 | 240.8 | 7.9 | 182.4 |
| | <u>899</u> | | |

PRODUCCIÓN EN SEPTIEMBRE



| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | REPROCESOS | SUMA | SUMA |
|--------|----------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Toneladas/Mes |
| Q-1070 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 51.4 | -53.2 | 138.7 | 316.6 |
| Q-3638 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 0.0 | 376.2 | 516.7 | 85.0 |
| Q-1012 | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | 6.3 | 171.2 | 256.6 |
| Q-5065 | 30.6 | 27.1 | 0.0 | 0.0 | 124.8 | 182.4 | 240.8 |
| | | | | | | <u>899</u> | |

| RESUMEN | Q-1070 | Q-3638 | Q-1012 | Q-5065 |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|
| PRODUCCIÓN TEÓRICA | 192.0 | 140.5 | 164.9 | 57.6 |
| PREPARACIÓN Y REPROCESOS | | | | |
| EFICIENCIA = | 138.4% | 27.2% | 96.3% | 31.6% |

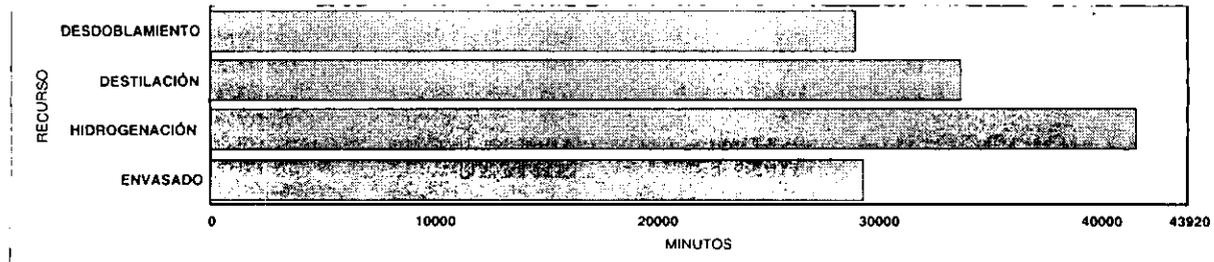
MES = 43.920 Minutos

| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO |
|--|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton |
| | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 |

| | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO |
|-------------|-----------------|-------------|---------------|--------------|
| | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes |
| Q-1070 | 316.6 | 633.2 | 316.6 | 316.6 |
| Q-3638 | 85.0 | 170 | 85 | 0 |
| Q-1012 | 256.6 | 256.6 | 256.6 | 256.6 |
| Q-5065 | 240.8 | 240.8 | 0 | 0 |
| | 899 | 1300.6 | 658.2 | 573.2 |
| ACUMULACIÓN | 51.6 | -53.6 | 89.5 | |
| SUMA | 950.6 | 1247 | 747.7 | 573.2 |

| PRODUCCIÓN PREPARACIÓN | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | SUMA | |
|---------------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----|
| | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | |
| | 29088 | 33794 | 41722 | 29462 | 134066 | 76% |
| | 14832 | 10126 | 2198 | 14458 | 41614 | 24% |

PRODUCCIÓN EN SEPTIEMBRE



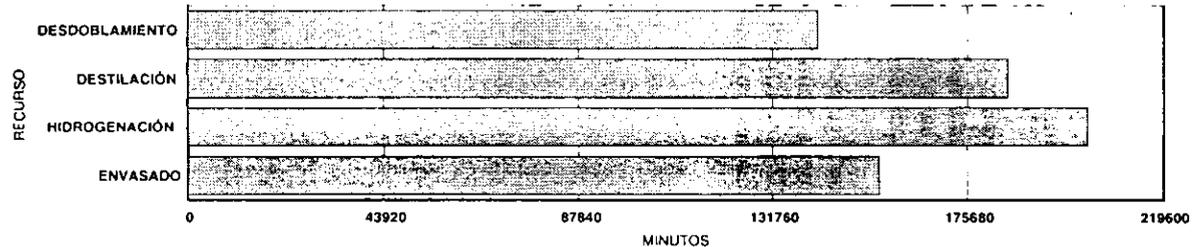
5 MESES = 219.600 Minutos

| | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO |
|--|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton |
| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 |

| | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO |
|-------------|-----------------|-------------|---------------|----------|
| | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes |
| Q 1070 | 1572.6 | 3145.2 | 1572.6 | 1572.6 |
| Q 3638 | 515.3 | 1030.6 | 515.3 | 0 |
| Q 1012 | 1467.3 | 1467.3 | 1467.3 | 1467.3 |
| Q 5065 | 1230.0 | 1230 | 0 | 0 |
| | 4785.2 | 6873.1 | 3555.2 | 3039.9 |
| ACUMULACIÓN | -135.8 | -40.3 | 79.8 | |
| SUMA | 4649.4 | 6832.8 | 3635 | 3039.9 |

| | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | SUMA | |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----|
| | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | |
| PRODUCCIÓN | 142272 | 185169 | 202833 | 156251 | 686524 | 78% |
| PREPARACIÓN | 77328 | 34431 | 16767 | 63349 | 191876 | 22% |

PRODUCCIÓN DE MAYO A SEPTIEMBRE



4.1.2 SIMULACIÓN CON PROPUESTAS DE VOLUMEN

En nuestra propuesta del manejo de los inventarios incluimos también propuestas de volúmenes de los distintos materiales que se podrían haber obtenido de acuerdo a lo que nos indica el modelo que hemos propuesto desde el capítulo 2.

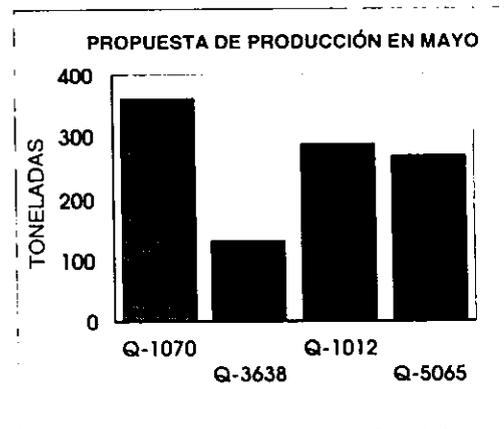
Debemos recordar que ya hemos dicho que existen restricciones en el mercado para los productos Q-3638 y Q-5065, por lo que en nuestra propuesta de volúmenes para cada uno de los meses analizados respetamos para estos dos productos, lo que demandó el mercado, y únicamente proponemos variar los volúmenes del Q-1070 y del Q-1012 generalmente hacia arriba.

Es importante hacer notar que en nuestra propuesta de volúmenes, para cada uno de los meses, partimos de la base de que buscaremos mantener los inventarios de producto en proceso en niveles constantes de un mes al siguiente, por lo que omitimos el renglón correspondiente a la acumulación de inventarios.

En las siguientes páginas esta planteada esta simulación para cada uno de los meses, y como lo hicimos anteriormente para explicar lo sucedido realmente en los meses analizados, agregamos una última hoja de calculo donde hacemos una suma total de los volúmenes propuestos para todos los meses.

| NUMERO DE OPERACION | RECURSO | TIEMPO DE PRODUCCIÓN | TIEMPO DE PRODUCCIÓN |
|---------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| | | (POR EQUIPOS) | (POR EQUIPOS) |
| | | Ton/Día | Minutos /Ton |
| 1 | DES DOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28 | 51.4 |

| PRODUCTO | PROPUESTAS DE PRODUCCIÓN EN MAYO | PRODUCCIÓN | PRODUCCIÓN |
|----------|----------------------------------|------------|--------------|
| | Ton/mes | Ton/día | Minutos /Ton |
| Q-1070 | 364.2 | 11.9 | 120.6 |
| Q-3638 | 133.8 | 4.4 | 328.3 |
| Q-1012 | 289 | 9.5 | 152.0 |
| Q-5065 | 269.4 | 8.8 | 163.0 |
| | <u>1056.4</u> | | |



| | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | REPROCESOS | SUMA | SUMA |
|----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|----------------|
| | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Toneladas /Mes |
| Q-1070 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 51.4 | -71.4 | 120.6 | 364.2 |
| Q-3638 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 0.0 | 187.7 | 328.3 | 133.8 |
| Q-1012 | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | -12.9 | 152.0 | 289.0 |
| Q-5065 | 30.6 | 27.1 | 0.0 | 0.0 | 105.4 | 163.0 | <u>269.4</u> |
| | | | | | | | 1056.4 |
| RESUMEN | | Q-1070 | Q-3638 | Q-1012 | Q-5065 | | |
| | PRODUCCIÓN | 192.0 | 140.5 | 164.9 | 57.6 | | |
| | TEÓRICA | | | | | | |
| | PREPARACIÓN Y | 71.4 | 187.7 | -12.9 | 105.4 | | |
| | REPROCESOS | | | | | | |
| | EFICIENCIA = | 159.2% | 42.8% | 108.5% | 35.4% | | |

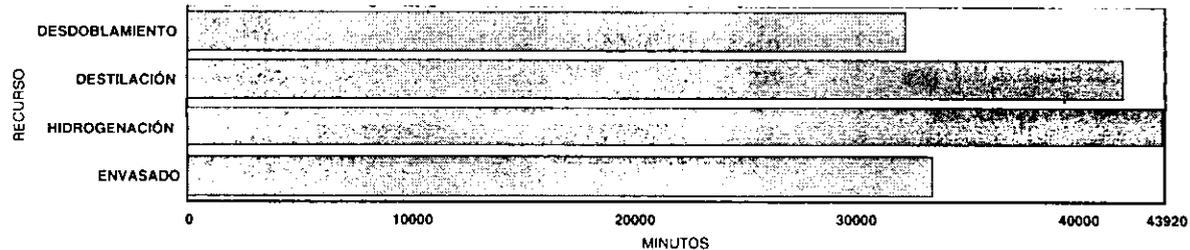
MES = 43.920 Minutos

| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO |
|--|-----------------|-------------|---------------|-------------|
| | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton |
| | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 |

| | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO |
|-------------|-----------------|-------------|---------------|----------|
| | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes |
| Q-1070 | 364.2 | 728.4 | 364.2 | 364.2 |
| Q-3638 | 133.8 | 267.6 | 133.8 | 0 |
| Q-1012 | 289.0 | 289 | 289 | 289 |
| Q-5065 | 269.4 | 269.4 | 0 | 0 |
| ACUMULACIÓN | 1056.4 | 1554.4 | 787 | 653.2 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SUMA | 1056.4 | 1554.4 | 787 | 653.2 |

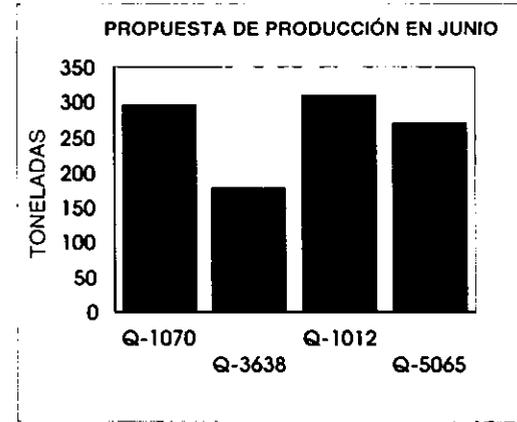
| | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | SUMA | |
|-------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | Minutos/Mes | Minutos/Mes | Minutos/Mes | Minutos/Mes | Minutos/Mes | Minutos/Mes |
| PRODUCCIÓN | 32326 | 42124 | 43915 | 33574 | 151939 | 86% |
| PREPARACIÓN | 11594 | 1796 | 5 | 10346 | 23741 | 14% |

PROPUESTA DEPRODUCCIÓN EN MAYO



| NUMERO DE OPERACION | RECURSO | TIEMPO DE PRODUCCIÓN | TIEMPO DE PRODUCCIÓN |
|---------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | (POR EQUIPOS) Ton/Día | (POR EQUIPOS) Minutos /Ton |
| 1 | DES DOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28 | 51.4 |

| PRODUCTO | PROPUESTA DE PRODUCCIÓN EN JUNIO | PRODUCCIÓN | PRODUCCIÓN |
|----------|----------------------------------|------------|--------------|
| | Ton/mes | Ton/día | Minutos /Ton |
| Q-1070 | 297.3 | 9.7 | 147.7 |
| Q-3638 | 179.5 | 5.9 | 244.7 |
| Q-1012 | 310.1 | 10.2 | 141.6 |
| Q-5065 | 270.2 | 8.9 | 162.5 |
| | <u>1057.1</u> | | |



| | DES DOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | REPROCESOS | SUMA | SUMA |
|----------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Minutos /Ton | Toneladas /Mes |
| Q-1070 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 51.4 | -44.2 | 147.7 | 297.3 |
| Q-3638 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 0.0 | 104.2 | 244.7 | 179.5 |
| Q-1012 | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | -23.3 | 141.6 | 310.1 |
| Q-5065 | 30.6 | 27.1 | 0.0 | 0.0 | 104.9 | 162.5 | 270.2 |
| | | | | | | <u>1057.1</u> | |
| RESUMEN | | Q-1070 | Q-3638 | Q-1012 | Q-5065 | | |
| | PRODUCCIÓN TEÓRICA | 192.0 | 140.5 | 164.9 | 57.6 | | |
| | PREPARACIÓN Y REPROCESOS | -44.2 | 104.2 | -23.3 | 104.9 | | |
| | EFICIENCIA = | 129.9% | 57.4% | 116.4% | 35.5% | | |

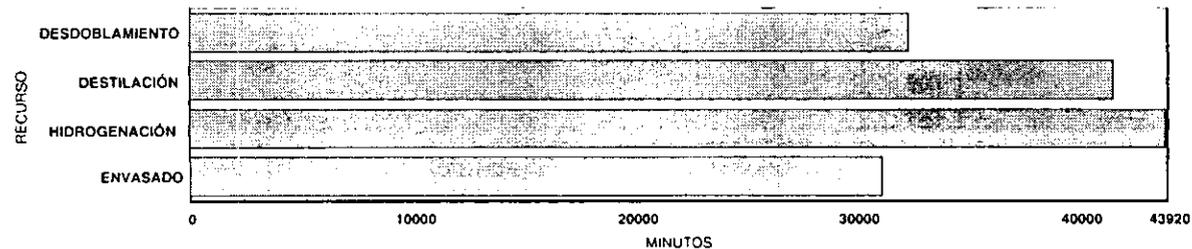
MES = 43.920 Minutos

| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO |
|--|----------------|-------------|---------------|-------------|
| | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton |
| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 |

| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO |
|-------------|----------------|-------------|---------------|----------|
| | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes |
| Q-1070 | 297.3 | 594.6 | 297.3 | 297.3 |
| Q-3638 | 179.5 | 359 | 179.5 | 0 |
| Q-1012 | 310.1 | 310.1 | 310.1 | 310.1 |
| Q-5065 | 270.2 | 270.2 | 0 | 0 |
| ACUMULACIÓN | 1057.1 | 1533.9 | 786.9 | 607.4 |
| SUMA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SUMA | 1057.1 | 1533.9 | 786.9 | 607.4 |

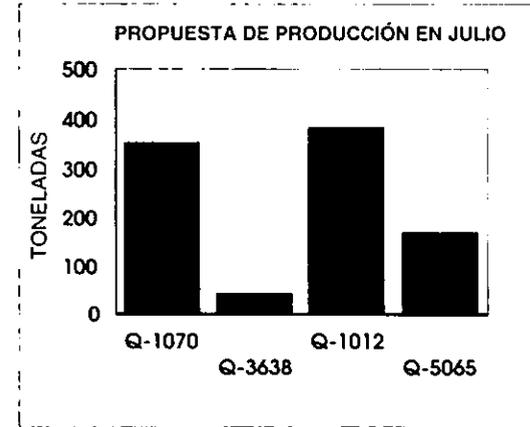
| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | SUMA | |
|-------------|----------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-----|
| | Minutos/Mes | Minutos/Mes | Minutos/Mes | Minutos/Mes | Minutos/Mes | |
| PRODUCCIÓN | 32347 | 41569 | 43909 | 31220 | 149045 | 85% |
| PREPARACIÓN | 11573 | 2351 | 11 | 12700 | 26635 | 15% |

PROPUESTA DE PRODUCCIÓN EN JUNIO



| NUMERO DE OPERACION | RECURSO | TIEMPO DE PRODUCCIÓN | TIEMPO DE PRODUCCIÓN |
|---------------------|----------------|--------------------------|------------------------------|
| | | (POR EQUIPOS) Ton/Día | (POR EQUIPOS) Minutos/Ton |
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28 | 51.4 |

| PRODUCTO | PROPUESTA DE PRODUCCIÓN EN JULIO | PRODUCCIÓN | PRODUCCIÓN |
|----------|----------------------------------|------------|-------------|
| | Ton/mes | Ton/día | Minutos/Ton |
| Q-1070 | 355.2 | 11.6 | 123.6 |
| Q-3638 | 45.3 | 1.5 | 969.5 |
| Q-1012 | 386.4 | 12.7 | 113.7 |
| Q-5065 | 172.2 | 5.6 | 255.1 |
| | <u>959.1</u> | | |



| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | REPROCESOS | SUMA | SUMA |
|----------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Minutos/Ton | Toneladas/Mes |
| Q-1070 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 51.4 | -68.3 | 123.6 | 355.2 |
| Q-3638 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 0.0 | 829.0 | 969.5 | 45.3 |
| Q-1012 | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | -51.2 | 113.7 | 386.4 |
| Q-5065 | 30.6 | 27.1 | 0.0 | 0.0 | 197.4 | 255.1 | 172.2 |
| | | | | | | <u>959.1</u> | |
| RESUMEN | | Q-1070 | Q-3638 | Q-1012 | Q-5065 | | |
| | PRODUCCIÓN TEÓRICA | 192.0 | 140.5 | 164.9 | 57.6 | | |
| | PREPARACIÓN Y REPROCESOS | -68.3 | 829.0 | -51.2 | 197.4 | | |
| | EFICIENCIA = | 155.2% | 14.5% | 145.1% | 22.6% | | |

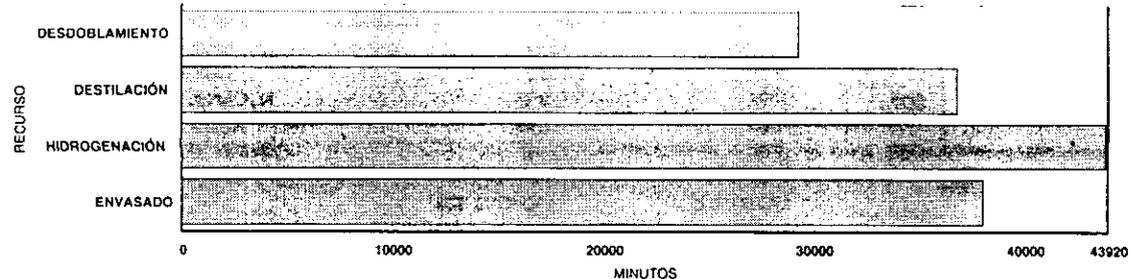
MES = 43.920 Minutos

| | DES DOBLAMIENTO Minutos / Ton | DESTILACIÓN Minutos / Ton | HIDROGENACIÓN Minutos / Ton | ENVASADO Minutos / Ton |
|--|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 |

| | DES DOBLAMIENTO Ton/Mes | DESTILACIÓN Ton/Mes | HIDROGENACIÓN Ton/Mes | ENVASADO Ton/Mes |
|-------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
| Q-1070 | 355.2 | 710.4 | 355.2 | 355.2 |
| Q-3638 | 45.3 | 90.6 | 45.3 | 0 |
| Q-1012 | 386.4 | 386.4 | 386.4 | 386.4 |
| Q-5065 | 172.2 | 172.2 | 0 | 0 |
| ACUMULACIÓN | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SUMA | 959.1 | 1359.6 | 786.9 | 741.6 |

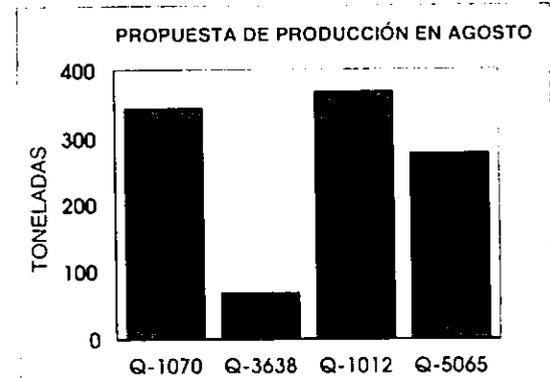
| | DES DOBLAMIENTO Minutos / Mes | DESTILACIÓN Minutos / Mes | HIDROGENACIÓN Minutos / Mes | ENVASADO Minutos / Mes | SUMA Minutos / Mes | |
|-------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----|
| PRODUCCIÓN | 29348 | 36845 | 43909 | 38118 | 148221 | 84% |
| PREPARACIÓN | 14572 | 7075 | 11 | 5802 | 27459 | 16% |

PROPUESTA DE PRODUCCIÓN EN JULIO



| NUMERO DE OPERACION | RECURSO | TIEMPO DE PRODUCCIÓN | TIEMPO DE PRODUCCIÓN |
|---------------------|----------------|--------------------------|--------------------------------|
| | | (POR EQUIPOS) Ton/Día | (POR EQUIPOS) Minutos / Ton |
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28 | 51.4 |

| PRODUCTO | PROPUESTA DE PRODUCCIÓN EN AGOSTO | PRODUCCIÓN | PRODUCCIÓN |
|----------|-----------------------------------|------------|---------------|
| | Ton/mes | Ton/día | Minutos / Ton |
| Q-1070 | 345 | 11.3 | 127.3 |
| Q-3638 | 71.7 | 2.4 | 612.6 |
| Q-1012 | 370.2 | 12.1 | 118.6 |
| Q-5065 | 277.4 | 9.1 | 158.3 |
| | <u>1064.3</u> | | |



| RESUMEN | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | REPROCESOS | SUMA | SUMA |
|---------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Toneladas / MES |
| Q-1070 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 51.4 | 64.6 | 127.3 | 345.0 |
| Q-3638 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 0.0 | 472.0 | 612.6 | 71.7 |
| Q-1012 | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | 46.2 | 118.6 | 370.2 |
| Q-5065 | 30.6 | 27.1 | 0.0 | 0.0 | 100.7 | 158.3 | <u>277.4</u> |
| | | | | | | | 1064.3 |
| | | Q-1070 | Q-3638 | Q-1012 | Q-5065 | | |
| | PRODUCCIÓN TEÓRICA | 192.0 | 140.5 | 164.9 | 57.6 | | |
| | PREPARACIÓN Y REPROCESOS | 64.6 | 472.0 | 46.2 | 100.7 | | |
| | EFICIENCIA = | 150.8% | 22.9% | 139.0% | 36.4% | | |

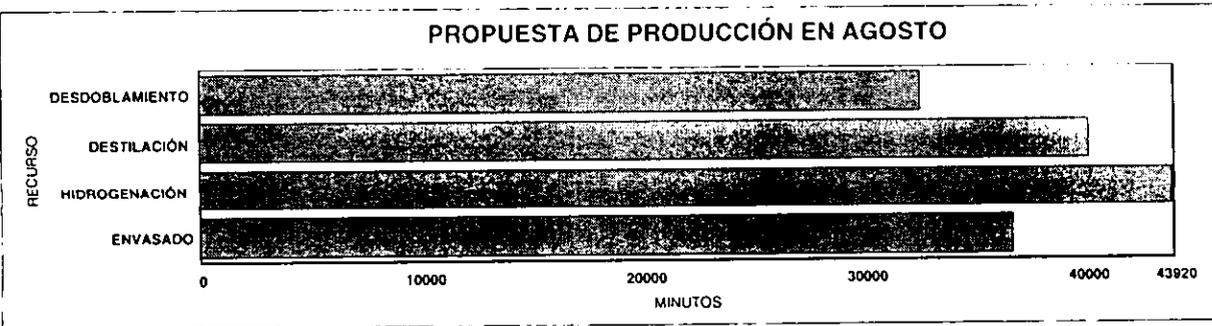
MES = 43.920 Minutos

| | DESDOBLAMIENTO Minutos / Ton | DESTILACIÓN Minutos / Ton | HIDROGENACIÓN Minutos / Ton | ENVASADO Minutos / Ton |
|--|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 |

| | DESDOBLAMIENTO Ton/Mes | DESTILACIÓN Ton/Mes | HIDROGENACIÓN Ton/Mes | ENVASADO Ton/Mes |
|-------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
| Q 1070 | 345.0 | 690 | 345 | 345 |
| Q 3638 | 71.7 | 143.4 | 71.7 | 0 |
| Q 1012 | 370.2 | 370.2 | 370.2 | 370.2 |
| Q 5065 | 277.4 | 277.4 | 0 | 0 |
| | 1064.3 | 1481 | 786.9 | 715.2 |
| ACUMULACIÓN | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SUMA | 1064.3 | 1481 | 786.9 | 715.2 |

| | DESDOBLAMIENTO Minutos / Mes | DESTILACIÓN Minutos / Mes | HIDROGENACIÓN Minutos / Mes | ENVASADO Minutos / Mes | SUMA Minutos / Mes | |
|-------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----|
| PRODUCCIÓN | 32568 | 40135 | 43909 | 36761 | 153373 | 87% |
| PREPARACIÓN | 11352 | 3785 | 11 | 7159 | 22307 | 13% |

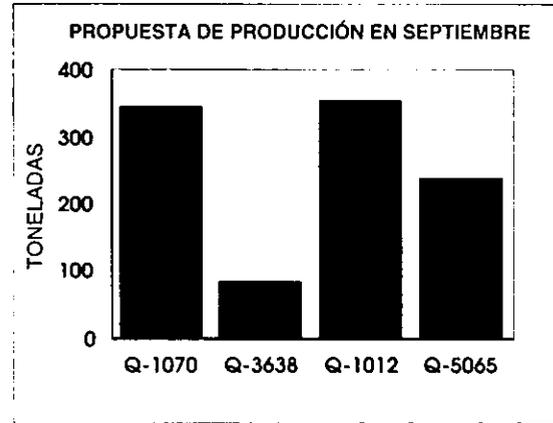
PROPUESTA DE PRODUCCIÓN EN AGOSTO



ESTA TAREA NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

| NUMERO DE OPERACION | RECURSO | TIEMPO DE PRODUCCIÓN | TIEMPO DE PRODUCCIÓN |
|---------------------|----------------|--------------------------|------------------------------|
| | | (POR EQUIPOS) Ton/Día | (POR EQUIPOS) Mnutos /Ton |
| 1 | DESDOBLAMIENTO | 47.1 | 30.6 |
| 2 | DESTILACIÓN | 53.2 | 27.1 |
| 3 | HIDROGENACIÓN | 25.8 | 55.8 |
| 4 | ENVASADO | 28 | 51.4 |

| PRODUCTO | PROPUESTA DE PRODUCCIÓN EN SEPTIEMBRE | PRODUCCIÓN | PRODUCCIÓN |
|----------|---------------------------------------|------------|-------------|
| | Ton/mes | Ton/día | Mnutos /Ton |
| Q-1070 | 345.3 | 11.3 | 127.2 |
| Q-3638 | 85 | 2.8 | 516.7 |
| Q-1012 | 356.6 | 11.7 | 123.2 |
| Q-5065 | 240.8 | 7.9 | 182.4 |
| | <u>1027.7</u> | | |



| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | REPROCESOS | SUMA | SUMA |
|--------|----------------|-------------|---------------|-------------|-------------|---------------|----------------|
| | Mnutos /Ton | Mnutos /Ton | Mnutos /Ton | Mnutos /Ton | Mnutos /Ton | Mnutos /Ton | Toneladas /Mes |
| Q-1070 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 51.4 | -64.8 | 127.2 | 345.3 |
| Q-3638 | 30.6 | 54.1 | 55.8 | 0.0 | 376.2 | 516.7 | 85.0 |
| Q-1012 | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 | -41.7 | 123.2 | 356.6 |
| Q-5065 | 30.6 | 27.1 | 0.0 | 0.0 | 124.8 | 182.4 | 240.8 |
| | | | | | | <u>1027.7</u> | <u>1027.7</u> |

| RESUMEN | Q-1070 | Q-3638 | Q-1012 | Q-5065 |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|
| PRODUCCIÓN TEÓRICA | 192.0 | 140.5 | 164.9 | 57.6 |
| PREPARACIÓN Y REPROCESOS | | | | |
| EFICIENCIA = | 150.9% | 27.2% | 133.9% | 31.6% |

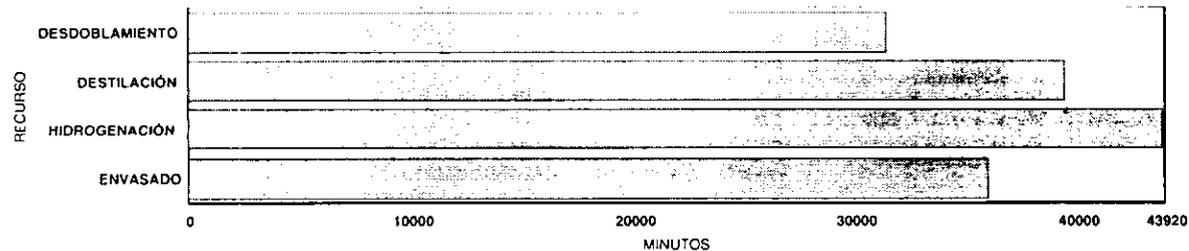
MES = 43.920 Minutos

| | DES DOBLAMIENTO Minutos / Ton | DESTILACIÓN Minutos / Ton | HIDROGENACIÓN Minutos / Ton | ENVASADO Minutos / Ton |
|--|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 |

| | DES DOBLAMIENTO Ton/Mes | DESTILACIÓN Ton/Mes | HIDROGENACIÓN Ton/Mes | ENVASADO Ton/Mes |
|-------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
| Q-1070 | 345.3 | 690.6 | 345.3 | 345.3 |
| Q-3638 | 85.0 | 170 | 85 | 0 |
| Q-1012 | 356.6 | 356.6 | 356.6 | 356.6 |
| Q-5065 | 240.8 | 240.8 | 0 | 0 |
| | 1027.7 | 1458 | 786.9 | 701.9 |
| ACUMULACIÓN | 0 | 0 | 0 | |
| SUMA | 1027.7 | 1458 | 786.9 | 701.9 |

| | DES DOBLAMIENTO Minutos / Mes | DESTILACIÓN Minutos / Mes | HIDROGENACIÓN Minutos / Mes | ENVASADO Minutos / Mes | SUMA Minutos / Mes | |
|-------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----|
| PRODUCCIÓN | 31448 | 39512 | 43909 | 36078 | 150946 | 86% |
| PREPARACIÓN | 12472 | 4408 | 11 | 7842 | 24734 | 14% |

PROPUESTA DE PRODUCCIÓN EN SEPTIEMBRE



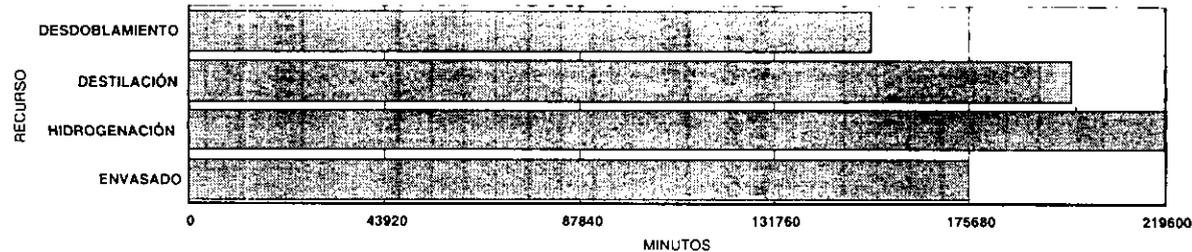
5 MESES = 219.600 Minutos

| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO |
|--|----------------|---------------|---------------|---------------|
| | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton | Minutos / Ton |
| PRODUCCIÓN TEÓRICA (POR EQUIPOS) | 30.6 | 27.1 | 55.8 | 51.4 |

| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO |
|-------------|----------------|-------------|---------------|----------|
| | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes | Ton/Mes |
| Q-1070 | 1707.0 | 3414 | 1707 | 1707 |
| Q-3638 | 515.3 | 1030.6 | 515.3 | 0 |
| Q-1012 | 1712.3 | 1712.3 | 1712.3 | 1712.3 |
| Q-5065 | 1230.0 | 1230 | 0 | 0 |
| | 5164.6 | 7386.9 | 3934.6 | 3419.3 |
| ACUMULACIÓN | -135.8 | -40.3 | 79.8 | |
| SUMA | 5028.8 | 7346.6 | 4014.4 | 3419.3 |

| | DESDOBLAMIENTO | DESTILACIÓN | HIDROGENACIÓN | ENVASADO | SUMA | |
|-------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes | Minutos / Mes |
| PRODUCCIÓN | 153881 | 199093 | 224004 | 175752 | 752730 | 86% |
| PREPARACIÓN | 65719 | 20507 | -4404 | 43848 | 125670 | 14% |

PROPUESTA DE PRODUCCIÓN DE MAYO A SEPTIEMBRE



4.1.3 COMPARACIÓN ENTRE LOS INDICADORES DE OPERACIONES Y RESULTADOS ACTUALES VS. SIMULADOS

RESUMEN DE LA SIMULACIÓN CON PROPUESTAS DE VOLUMEN

La siguiente tabla resume los datos reales (subcapítulo 4.1.1) procesados con nuestro modelo desarrollado en el capítulo 2 vs. los datos de producción propuesta (subcapítulo 4.1.2) procesados de la misma forma.

| PRODUCTO | PRODUCCIÓN REAL TON'S / 5 MESES | PRODUCCIÓN PROPUESTA TON'S / 5 MESES |
|--------------|------------------------------------|---|
| Q-1070 | 1572.6 | 1707.0 |
| Q-3638 | 515.3 | 515.3 |
| Q-1012 | 1467.3 | 1712.3 |
| Q-5065 | 1230.0 | 1230.0 |
| TOTAL | 4785.2 | 5164.5 |
| | 100.0% | 107.9% |

Tabla 4.1.3.1

Para la siguiente tabla tomamos los datos de la tabla anterior (Tabla 4.1.3.1) y los relacionamos con los datos teóricos que dimos en la tabla 4.1.1.1.

| PRODUCTO | DEMANDA DE SEBO (REAL) TON'S / 5 MESES | DEMANDA DE SEBO (PROPUESTA) TON'S / 5 MESES |
|--------------|--|---|
| Q-1070 | 1981.5 | 2150.8 |
| Q-3638 | 649.3 | 649.3 |
| Q-1012 | 1772.5 | 2068.5 |
| Q-5065 | 1457.6 | 1457.6 |
| TOTAL | 5860.9 | 6326.2 |
| | 100.0% | 107.9% |

Tabla 4.1.3.2

| TIEMPO DEDICADO A: | PRODUCCIÓN REAL | PRODUCCIÓN PROPUESTA |
|--------------------|--------------------|-------------------------|
| PRODUCCIÓN | 78% | 86% |
| PREPARACIÓN | 22% | 14% |

Tabla 4.1.3.3

Recordar que en el capítulo 2 proponíamos que, en un mes ideal con mercado restringido, se podría ocupar hasta un 90% del tiempo en la producción de la mezcla de productos propuesta.

4.1.4 RAZONES FINANCIERAS DE LA EMPRESA ANALIZADA

A continuación se presentan los Estados de Resultados y Balances de la empresa analizada para los meses de mayo a septiembre de 1993, de donde se infieren las razones financieras asociadas a los mismos, a fin de determinar cuál es la posición financiera de la empresa.

Esto se efectuó tomando ciertas razones asociadas a las cuatro áreas que consideramos primordiales en la operación de toda empresa, y que son:

- **Liquidez:** Para determinar los activos de corto plazo que posee la empresa para solventar sus deudas en el mismo período,
- **Apalancamiento:** Para determinar el nivel de endeudamiento,
- **Rentabilidad:** Para determinar la eficacia de la operación, y
- **Actividad:** Para determinar la eficacia en operaciones tan importantes tales como la Rotación de Inventarios, que es uno de los parámetros fundamentales en que se basan nuestras apreciaciones

EMPRESA, S.A. DE C.V.
BALANCE GENERAL
AL 31 DE MAYO DE 1993

| ACTIVO CIRCULANTE | | | PASIVO CIRCULANTE | |
|----------------------------|---------------|---------------|----------------------------|-----------------|
| 1001 FONDOS FIJOS DE CAJA | 3,500 00 | | 3001 PROVEED MON NACIONAL | 1,699,186 10 |
| 1002 BANCOS MON NACIONAL | 299,533 53 | | 3002 PROVEED EXTRANJEROS | 5,229,345 83 |
| 1003 BANCOS MON EXTRANJE | 2,970 87 | | 3005 ACREEDORES DIVERSOS | 974,710 25 |
| 1011 INVERS EN VALORES | 300,033 00 | 606,037 40 | 3006 ACREED POR INTERESES | 153,851 70 |
| 1201 CLIENTES | 6,914,142 21 | | 3008 IMPTOS Y DER. X PAGAR | 228,009 96 |
| 1205 RESERVA CTAS INCOB | 17,615 00 | 6,896,527 21 | 3011 I V A POR PAGAR | 99,394 73 |
| 1301 DEUDORES DIVERSOS | 5,527,669 78 | | 3101 CTAS POR PAG INTER C | 1,140,337 42 |
| 1304 I V A. POR ACREDITAR | | | 3401 L S R. POR PAGAR | 4,910 55 |
| 1401 CTAS. POR COB. INTER. | | | 3402 P T U POR PAGAR | 18,157 62 |
| 1501 ALMACEN DE PROD TERM | 753,337 38 | | 3201 ACREEDORES BANCARIOS | 9,844,600 34 |
| 1511 ALMACEN DE PROD. PROC | 944,609 52 | | 3301 DIVIDENDOS POR PAGAR | |
| 1521 ALMACEN DE MAT PRIMA | 116,322 90 | | TOTAL CIRCULANTE | 19,392,504 50 |
| 1522 ALMACEN MAT ENVASE | 76,416 62 | | | |
| 1523 ALMACEN DE MAT INDI | 170,170 17 | | | |
| 1524 ALMACEN DE COMBUSTIB | 35,309 65 | | | |
| 1526 ALMACEN DE REFACCION | 376,224 11 | | | |
| 1541 MERCANCIAS EN TRANS | 2,767,473 20 | 10,767,533 33 | | |
| 1542 ANTICIPIO A PROVEED | 522,651 57 | | | |
| 1580 REV DE INVENTARIOS | -252 00 | 522,389 57 | | |
| TOTAL CIRCULANTE | 18,792,487 51 | | | |
| FIJO | | | OTROS | |
| 1601 EDIFICIOS Y CONSTRUC | 252,111 07 | 57,881 58 | 3501 RESERVA DE CONTINGEN | 18,705 57 |
| 1602 EQUIPO E INST IND | 5,864,065 47 | 1,023,008 59 | 4105 ARRENDAM FINANCIERO | 102,622 41 |
| 1603 EQUIPO DE TRANSPORTE | 369,609 73 | 172,042 86 | TOTAL OTROS | 19,513,832 48 |
| 1604 MOB Y EQ DE OF | 215,849 24 | 137,543 40 | | |
| 1605 MOB Y EQ DE LAB | 18,704 11 | 8,847 61 | | |
| 1606 OTROS MOB Y EQUIPO | | | CAPITAL | |
| 1607 HERRAMIENTAS | | | 5001 CAPITAL SOCIAL | 89,776 00 |
| 1610 TERRENOS | 16,757 33 | | 5101 RESERVA LEGAL | 17,955 20 |
| 1611 EQUIPO DE COMPUTO | 325,660 89 | 166,618 30 | 5102 UTILIDAD POR APLICAR | 1,184,281 97 |
| 1616 ACTIVO FIJO RENTADO | | | 5104 RES P MAN DE CAPITAL | 50,537,917 07 |
| 1630 CONSTRUCCION EN PROC | 408,443 36 | 408,443 36 | 5106 RE POR RET ACT NO M | (12,496,357 45) |
| SUMA | 7,471,201 20 | 1,565,962 34 | 5109 RESULT DEL EJERCICIO | 170,845 43 |
| 1671 ACT. FIJO ACTUALIZADO | 37,063,429 72 | 24,584,246 82 | 5105 RESULTADO MON PAR | (1,371,528 03) |
| TOTAL FIJO | 44,534,630 92 | 26,150,209 16 | 5108 SUPERAVIT ACTS SLBS | 9,468,392 42 |
| | | | TOTAL | 25,501,282 63 |
| OTROS | | | | |
| 1801 DEPOSITOS EN GARANTIA | | | | 43,065 76 |
| 1802 INVER. EN SUB Y AFI | | | | 7,148,443 12 |
| 1803 ADQUISICION PALCO | | | | 22,509 32 |
| SUMA | | | | 7,214,018 20 |
| DIFERIDO | | | | |
| 1901 CARGOS DIFERIDOS | 602,488 10 | 398 80 | 607 000 00 | |
| 1903 PAGOS ANTICIPADOS | 22,088 34 | | 22,088 34 | |
| TOTAL DIFERIDOS | 624,576 44 | 398 80 | 624,187 64 | |
| TOTAL ACTIVO | 45,015,115 11 | | TOT. PASIVO Y CAPITAL | 45,015,115 11 |

EMPRESA, S.A. DE C.V.
BALANCE GENERAL
AL 31 DE JUNIO DE 1983

| ACTIVO | | | | PASIVO | | | |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|--|--|----------------------|
| CIRCULANTE | | | | CIRCULANTE | | | |
| 1001 FONDOS FIJOS DE CAJA | | 4,500.00 | | 3001 PROVEED MON NACIONAL | | | 1,513,504.02 |
| 1002 BANCOS MON. NACIONAL | | 122,192.81 | | 3002 PROVEED EXTRANJEROS | | | 4,763,355.97 |
| 1003 BANCOS MON. EXTRANJE | | 2,991.99 | | 3005 ACREEDORES DIVERSOS | | | 1,040,685.54 |
| 1011 INVERS. EN VALORES | | 300,033.00 | 429,717.80 | 3006 ACREED. POR INTERESES | | | 141,093.49 |
| 1201 CLIENTES | | 6,844,397.07 | | 3008 IMPTOS. Y DER. X PAGAR | | | 300,443.19 |
| 1205 RESERVA CTAS. INCOB | | 17,615.00 | 6,826,782.07 | 3011 I.V.A. POR PAGAR | | | 36,480.78 |
| 1301 DEUDORES DIVERSOS | | 5,766,238.29 | | 3101 CTAS. POR PAG. INTER.C | | | 1,133,939.02 |
| 1304 I.V.A. POR ACREDITAR | | | | 3401 I.S.R. POR PAGAR | | | 14,243.55 |
| 1401 CTAS. POR COB. INTER. | | | | 3402 P.T.U. POR PAGAR | | | 21,564.62 |
| 1501 ALMACEN DE PROD. TERM. | | 796,366.38 | | 3201 ACREEDORES BANCARIOS | | | 10,564,942.37 |
| 1511 ALMACEN DE PROD. PROC. | | 824,694.52 | | 3301 DIVIDENDOS POR PAGAR | | | |
| 1521 ALMACEN DE MAT. PRIMA | | 610,449.24 | | TOTAL CIRCULANTE | | | 19,530,252.55 |
| 1522 ALMACEN MAT. ENVASE | | 40,031.62 | | | | | |
| 1523 ALMACEN DE MAT. INDI. | | 107,986.48 | | | | | |
| 1524 ALMACEN DE COMBUSTIB. | | 40,656.24 | | | | | |
| 1526 ALMACEN DE REFACCION | | 376,224.11 | | | | | |
| 1541 MERCANCIAS EN TRANS. | | 2,395,935.72 | 11,158,582.60 | | | | |
| 1542 ANTICIPO A PROVEED. | | 501,878.06 | | | | | |
| 1580 REV. DE INVENTARIOS | | 4,603.00 | 506,481.06 | | | | |
| TOTAL CIRCULANTE | | | 18,921,563.53 | | | | |
| FIJO | | | | OTROS | | | |
| 1601 EDIFICIOS Y CONSTRUCC. | 252,111.07 | 58,797.08 | 194,229.49 | 5001 CAPITAL SOCIAL | | | 89,776.00 |
| 1602 EQUIPO E INST. IND. | 5,864,065.47 | 1,045,463.56 | 4,841,056.88 | 5101 RESERVA LEGAL | | | 17,955.20 |
| 1603 EQUIPO DE TRANSPORTE | 282,109.73 | 92,196.21 | 197,566.87 | 5102 UTILIDAD POR APLICAR | | | 1,184,281.97 |
| 1604 MOB. Y EQ. DE OF. | 215,931.24 | 140,438.88 | 78,305.84 | 5104 RES. P. MAN. DE CAPITAL | | | 50,690,278.07 |
| 1605 MOB. Y EQ. DE LAB. | 18,704.11 | 9,033.32 | 9,856.50 | 5106 RE. POR RET. AUT. NO M. | | | 217,587.84 |
| 1606 OTROS MOB. Y EQUIPO | | | | 5109 RESULT. DEL EJERCICIO | | | (1,366,720.00) |
| 1607 HERRAMIENTAS | | | | 5105 RESULTADO MON. PAR. | | | 9,475,597.42 |
| 1610 TERRENOS | 16,757.33 | | 16,757.33 | 5108 SUPERAVIT ACTS. SUHS. | | | |
| 1611 EQUIPO DE COMPUTO | 325,660.89 | 168,466.46 | 159,022.59 | TOTAL | | | 25,618,065.04 |
| 1616 ACTIVO FIJO RENTADO | | | | | | | |
| 1630 CONSTRUCCION EN PROC. | 471,379.56 | | 408,443.36 | | | | |
| SUMA | 7,446,719.40 | 1,514,395.51 | 5,905,238.86 | | | | |
| 1671 ACT. FIJO ACTUALIZADO | 37,309,318.72 | 24,792,874.82 | 12,479,182.90 | | | | |
| TOTAL FIJO | 44,756,038.12 | 26,307,270.33 | 18,448,767.79 | | | | |
| OTROS | | | | | | | |
| 1801 DEPOSITOS EN GARANTIA | | | 43,065.76 | | | | |
| 1802 INVER. EN SUB. Y AFI | | | 7,142,319.89 | | | | |
| 1803 ADQUISICION PALCO | | | 22,455.98 | | | | |
| SUMA | | | 7,207,841.63 | | | | |
| DIFERIDO | | | | | | | |
| 1901 CARGOS DIFERIDOS | 655,780.64 | 388.80 | 655,391.84 | | | | |
| 1903 PAGOS ANTICIPADOS | 22,088.34 | | 22,088.34 | | | | |
| TOTAL DIFERIDOS | 677,868.98 | 388.80 | 677,480.18 | | | | |
| TOTAL ACTIVO | | | 45,255,653.13 | TOT. PASIVO Y CAPITAL | | | 45,255,653.13 |

EMPRESA, S.A. DE C.V.
BALANCE GENERAL
AL 31 DE JULIO DE 1993

| ACTIVO CIRCULANTE | | | | PASIVO CIRCULANTE | |
|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1001 FONDOS FIJOS DE CAJA | 5,000 00 | | | 3001 PROVEED MON NACIONAL | 1,593,425 66 |
| 1002 BANCOS MON NACIONAL | 114,745 20 | | | 3002 PROVEED EXTRANJEROS | 5,712,902 87 |
| 1003 BANCOS MON EXTRANJE | 49,335 17 | | | 3005 ACREEDORES DIVERSOS | 1,037,212 52 |
| 1011 INVER EN VALORES | 300,033 00 | 469,113 37 | | 3006 ACREFD POR INTERESES | 135,033 61 |
| 1201 CLIENTES | 7,059,452 45 | | | 3008 IMPTOS Y DER X PAGAR | 208,072 42 |
| 1205 RESERVA CTAS INCOB | 17,615 00 | 7,041,837 45 | | 3011 I V A POR PAGAR | 32,871 64 |
| 1301 DEUDORES DIVERSOS | 17,615 00 | | | 3101 CTAS POR PAG INTER C | 1,116,898 18 |
| 1304 I V A POR ACREDITAR | | | | 3401 I S R POR PAGAR | 23,576 55 |
| 1401 CTAS POR COB INTER | | | | 3402 P T U POR PAGAR | 7,752 62 |
| 1501 ALMACEN DE PROD TERM | 626,309 38 | | | 3201 ACREEDORES BANCARIOS | 10,081,669 77 |
| 1511 ALMACEN DE PROD PROC | 818,491 36 | | | 3301 DIVIDENDOS POR PAGAR | |
| 1521 ALMACEN DE MAT PRIMA | 797,486 74 | | | TOTAL CIRCULANTE | 19,949,415 84 |
| 1522 ALMACEN MAT ENVASE | 79,798 00 | | | | |
| 1523 ALMACEN DE MAT INDI | 115,106 00 | | | | |
| 1524 ALMACEN DE COMBUSTIB | 35,772 00 | | | | |
| 1526 ALMACEN DE REFACCION | 376,224 11 | | | | |
| 1541 MERCANCIAS EN TRANS | 2,615,966 97 | 11,556,650 29 | | | |
| 1542 ANTICIPO A PROVEED | 512,534 54 | | | | |
| 1580 REV DE INVENTARIOS | (1,358 97) | 509,275 57 | | | |
| TOTAL CIRCULANTE | | 19,576,876 68 | | | |
| FIJO | | | | OTROS | |
| 1601 EDIFICIOS Y CONSTRUCC | 252,111 07 | 62,712 58 | 189,398 49 | 3501 RESERVA DE CONTINGEN | 249,618 17 |
| 1602 EQUIPO E INST IND | 5,864,065 47 | 1,360,156 95 | 4,503,908 52 | 4105 ARRENDAM FINANCIERO | 75,524 52 |
| 1603 EQUIPO DE TRANSPORTE | 356,087 45 | 174,499 02 | 181,588 43 | TOTAL OTROS | 20,274,558 53 |
| 1604 MOB Y EQ DE OF | 215,931 24 | 150,931 36 | 64,999 88 | | |
| 1605 MOB Y EQ DE LAB | 18,704 11 | 9,235 70 | 9,468 41 | CAPITAL | |
| 1606 OTROS MOB Y EQUIPO | | | | 5001 CAPITAL SOCIAL | 89,776 00 |
| 1607 HERRAMIENTAS | | | | 5101 RESERVA LEGAL | 17,955 20 |
| 1610 TERRENOS | 16,757 33 | | 16,757 33 | 5102 UTILIDAD POR APLICAR | 1,864,128 27 |
| 1611 EQUIPO DE COMPUTO | 325,660 89 | 243,407 62 | 82,253 27 | 5104 RES P MAN DE CAPITAL | 50,843,870 07 |
| 1616 ACTIVO FIJO RENTADO | | | | 5106 RE POR RET ACT NO M | (31,646,161 57) |
| 1630 CONSTRUCCION EN PROC | 505,188 35 | 505,188 35 | | 5109 RESULT DEL EJERCICIO | 125,693 69 |
| SUMA | 7,554,505 91 | 2,000,943 23 | 5,553,562 68 | 5105 RESULT MON PAR | (1,363,963 40) |
| 1671 ACT FIJO ACTUALIZADO | 49,720,176 72 | 35,142,444 58 | 14,577,732 14 | 5108 SUPERAVIT ACTS SUBS | 9,482,758 42 |
| TOTAL FIJO | 57,274,682 63 | 37,143,387 81 | 20,131,294 82 | TOTAL | 27,410,057 08 |
| OTROS | | | | | |
| 1801 DEPOSITOS EN GARANTIA | | | 43,065 76 | | |
| 1802 INVER EN SUB Y AFI | | | 7,129,299 67 | | |
| 1803 ADQUISICION PALCO | | | 22,402 64 | | |
| SUMA | | | 7,194,768 07 | | |
| DIFERIDO | | | | | |
| 1901 CARGOS DIFERIDOS | 779,011 79 | 388 80 | 778,622 99 | | |
| 1903 PAGOS ANTICIPADOS | 3,053 05 | | 3,053 05 | | |
| TOTAL DIFERIDOS | 782,064 84 | 388 80 | 781,676 04 | | |
| TOTAL ACTIVO | | 47,684,615 61 | | TOT PASIVO Y CAPITAL | 47,684,615 61 |

EMPRESA, S.A. DE C.V.
BALANCE GENERAL
AL 31 DE AGOSTO DE 1993

| ACTIVO CIRCULANTE | | | | PASIVO CIRCULANTE | |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|
| 1001 FONDOS FIJOS DE CAJA | 5,000.00 | | | 3001 PROVEED MON. NACIONAL | 1,504,449.50 |
| 1002 BANCOS MON. NACIONAL | 158,004.30 | | | 3002 PROVEED EXTRANJEROS | 4,366,907.70 |
| 1003 BANCOS MON. EXTRANJE | 29,120.39 | | | 3005 ACREEDORES DIVERSOS | 824,916.92 |
| 1011 INVERS. EN VALORES | 300,033.00 | 492,157.69 | | 3006 ACREED. POR INTERESES | 165,792.39 |
| 1201 CLIENTES | 7,576,746.95 | | | 3008 IMPTOS Y DER. X PAGAR | 290,932.18 |
| 1205 RESERVA CTAS. INCOB | 17,615.00 | 7,559,131.95 | | 3011 I.V.A. POR PAGAR | 24,147.86 |
| 1301 DEUDORES DIVERSOS | 6,118,989.31 | | | 3101 CTAS. POR PAG. INTER. C | 1,112,616.26 |
| 1304 I.V.A. POR ACREDITAR | | | | 3401 I.S.R. POR PAGAR | 32,910.55 |
| 1401 CTAS. POR COB. INTER. | | | | 3402 P.T.U. POR PAGAR | 7,752.62 |
| 1501 ALMACEN DE PROD. TERM. | 796,622.38 | | | 3201 ACREEDORES BANCARIOS | 12,393,493.46 |
| 1511 ALMACEN DE PROD. PROC. | 702,749.36 | | | 3301 DIVIDENDOS POR PAGAR | |
| 1521 ALMACEN DE MAT. PRIMA | 648,127.75 | | | TOTAL CIRCULANTE | 20,723,919.44 |
| 1522 ALMACEN MAT. ENVASE | 78,862.61 | | | | |
| 1523 ALMACEN DE MAT. INDI. | 138,511.13 | | | | |
| 1524 ALMACEN DE COMBUSTIB. | 35,425.60 | | | | |
| 1526 ALMACEN DE REFACCION | 376,224.11 | | | | |
| 1541 MERCANCIAS EN TRANS. | 2,871,050.00 | 11,766,562.25 | | | |
| 1542 ANTICIPO A PROVEED. | 617,409.32 | | | | |
| 1580 REV. DE INVENTARIOS | (3,164.40) | 614,225.32 | | | |
| TOTAL CIRCULANTE | | 20,432,077.21 | | | |
| FIJO | | | | OTROS | |
| 1601 EDIFICIOS Y CONSTRUCC. | 252,111.07 | 63,628.08 | 188,482.99 | 3501 RESERVA DE CONTINGEN. | 244,086.92 |
| 1602 EQUIPO E INST. IND. | 5,882,131.20 | 1,382,611.92 | 4,499,519.28 | 4105 ARRENDAM. FINANCIERO | 62,149.41 |
| 1603 EQUIPO DE TRANSPORTE | 356,087.45 | 181,928.12 | 174,159.33 | TOTAL OTROS | 21,030,155.77 |
| 1604 MOB. Y EQ. DE OF. | 215,931.24 | 153,826.84 | 62,104.40 | | |
| 1605 MOB. Y EQ. DE LAB. | 18,704.11 | 9,421.41 | 9,282.70 | CAPITAL | |
| 1606 OTROS MOB. Y EQUIPO | | | | 5001 CAPITAL SOCIAL | 89,776.00 |
| 1607 HERRAMIENTAS | | | | 5101 RESERVA LEGAL | 17,955.20 |
| 1610 TERRENOS | 16,757.33 | | 16,757.33 | 5102 UTILIDAD POR APLICAR | 1,864,128.27 |
| 1611 EQUIPO DE COMPLTO | 325,660.89 | 245,235.78 | 80,425.11 | 5104 RES. P. MAN. DE CAPITAL | 50,980,920.07 |
| 1616 ACTIVO FIJO RENTADO | | | | 5106 RE. POR RET. ACT. NO M. | (73,721,433.55) |
| 1630 CONSTRUCCION EN PROC. | 527,121.46 | | 527,121.46 | 5109 RESULT. DEL EJERCICIO | 159,242.31 |
| SUMA | 7,994,504.75 | 2,036,652.15 | 5,557,852.60 | 5105 RESULTADO MON. PAR. | (1,364,561.41) |
| 1671 ACT. FIJO ACTUALIZADO | 49,968,777.72 | 35,352,757.58 | 14,616,020.14 | 5108 SUPERAVIT ACTS. SUBS. | 9,488,656.42 |
| TOTAL FIJO | 57,563,282.47 | 37,389,409.73 | 20,173,872.74 | TOTAL | 27,512,681.70 |
| OTROS | | | | | |
| 1801 DEPOSITOS EN GARANTIA | | | 43,065.76 | | |
| 1802 INVER. EN SUB. Y AFI. | | | 7,123,505.65 | | |
| 1803 ADQUISICION PALCO | | | 22,349.30 | | |
| SUMA | | | 7,188,920.71 | | |
| DIFFERIDO | | | | | |
| 1901 CARGOS DIFERIDOS | 745,302.56 | 388.80 | 744,913.76 | | |
| 1903 PAGOS ANTICIPADOS | 3,053.05 | | 3,053.05 | | |
| TOTAL DIFERIDOS | 748,355.61 | 388.80 | 747,966.81 | | |
| TOTAL ACTIVO | | | 48,542,837.47 | TOT. PASIVO Y CAPITAL | 48,542,837.47 |

EMPRESA, S.A. DE C.V.
BALANCE GENERAL
AL 31 DE SEPTIEMBRE DE 1983

| ACTIVO CIRCULANTE | | PASIVO CIRCULANTE | | |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------|------------|
| 1001 FONDOS FIJOS DE CAJA | 5,000 00 | 3001 PROVEED MON. NACIONAL | 1,431,132 38 | |
| 1002 BANCOS MON. NACIONAL | (84,341 13) | 3002 PROVEED EXTRANJEROS | 4,657,393 86 | |
| 1003 BANCOS MON. EXTRANJE | 12,723 45 | 3005 ACREDORES DIVERSOS | 754,368 76 | |
| 1011 INVERS. EN VALORES | 650,321 21 | 583,103 53 | 3006 ACREDE. POR INTERESES | 198,322 96 |
| 1201 CLIENTES | 7,740,781 98 | 3008 IMPTOS Y DER. X PAGAR | 282,560 07 | |
| 1205 RESERVAS INCORP. | 17,615 00 | 3011 I.V.A. POR PAGAR | 51,733 78 | |
| 1301 DEUDORES DIVERSOS | 6,083,005 38 | 3101 CTAS. POR PAG. INTER. C. | 1,101,410 78 | |
| 1304 I.V.A. POR ACREDITAR | | 3401 I.S.R. POR PAGAR | 32,910 55 | |
| 1401 CTAS. POR COB. INTER. | | 3402 P.T.U. POR PAGAR | 7,752 62 | |
| 1501 ALMACEN DE PROD. TERM. | 479,730 38 | 3201 ACREDORES BANCARIOS | 12,507,553 08 | |
| 1511 ALMACEN DE PROD. PROC. | 942,773 36 | 3301 DIVIDENDOS POR PAGAR | | |
| 1521 ALMACEN DE MAT. PRIMA | 764,902 91 | TOTAL CIRCULANTE | 21,025,138.84 | |
| 1522 ALMACEN MAT. ENVASE | 72,564 46 | | | |
| 1523 ALMACEN DE MAT. INDI. | 85,223 31 | | | |
| 1524 ALMACEN DE COMBUSTIB. | 27,557 62 | | | |
| 1526 ALMACEN DE REFACCION | 176,224 11 | | | |
| 1541 MERCANTIAS EN TRANS. | 2,628,879 03 | 11,460,860 56 | | |
| 1542 ANTICIPO A PROVEED. | 596,469 89 | | | |
| 1580 REV. DE INVENTARIOS | (12,048 93) | 584,421 89 | | |
| TOTAL CIRCULANTE | 20,351,352.96 | | | |
| FIJO | | OTROS | | |
| 1601 EDIFICIOS Y CONSTRUCC. | 252,111 07 | 64,543 58 | 187,567 49 | |
| 1602 EQUIPO E INST. IND. | 5,882,131 20 | 1,405,066 89 | 4,477,064 31 | |
| 1603 EQUIPO DE TRANSPORTE | 304,781 10 | 158,574 67 | 146,208 43 | |
| 1604 MOB. Y EQ. DE OF. | 215,931 24 | 156,722 32 | 59,208 92 | |
| 1605 MOB. Y EQ. DE LAB. | 18,704 11 | 9,607 12 | 9,096 99 | |
| 1606 OTROS MOB. Y EQUIPO | | | | |
| 1607 HERRAMIENTAS | | | | |
| 1610 TERRENOS | 16,757 33 | 16,757 33 | 16,757 33 | |
| 1611 EQUIPO DE COMPUTO | 325,660 89 | 247,061 94 | 78,596 95 | |
| 1616 ACTIVO FIJO RENTADO | | | | |
| 1630 CONSTRUCCION EN PROC. | 571,461 28 | 571,463 28 | 571,463 28 | |
| SUMA | 7,587,542 22 | 2,041,578 52 | 5,545,963 70 | |
| 1671 ACT. FIJO ACTUALIZADO | 50,218,621 72 | 35,563,845 58 | 14,654,776 14 | |
| TOTAL FIJO | 57,806,163.94 | 37,605,424.10 | 20,200,739.84 | |
| OTROS | | | | |
| 1801 DEPOSITOS EN GARANTIA | | 43,065 76 | | |
| 1802 INVER. EN SUB. Y AFI. | | 7,115,462 49 | | |
| 1803 ADQUISICION PALCO | | 22,295 96 | | |
| SUMA | | 7,180,824 21 | | |
| DIFERIDO | | | | |
| 1901 CARGOS DIFERIDOS | 1,272,651 81 | 388 80 | 1,272,263 01 | |
| 1903 PAGOS ANTICIPADOS | 3,051 05 | | 3,051 05 | |
| TOTAL DIFERIDOS | 1,275,704 86 | 388 80 | 1,275,316 06 | |
| TOTAL ACTIVO | 49,008,433.07 | 49,008,433.07 | | |
| | | TOT. PASIVO Y CAPITAL | 49,008,433.07 | |

EMPRESA, S.A. DE C.V.
ESTADO DE RESULTADOS MENSUAL Y ACUMULADO
DEL 01 DE ENERO AL 31 DE MAYO DE 1993

| | MES | % | ACUMULADO | % |
|-------------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| TON. VEN. NACIONALES | 1,032.00 | 94.85 | 5,581.00 | 97.52 |
| VENDIDAS EXPORTACION | <u>56.00</u> | 5.15 | <u>142.00</u> | 2.48 |
| TONS. VENDIDAS | <u>1,088.00</u> | 100.00 | <u>5,723.00</u> | 100.00 |
| 6001 VENTAS MAQUILA | | | | |
| 6001 VENTAS MERC. NACIONAL | 2,743,176.45 | 96.92 | 15,999,146.00 | 98.28 |
| 6002 VENTAS MERC. EXPORT. | <u>149,484.00</u> | 5.28 | <u>387,121.50</u> | 2.38 |
| VENTAS TOTALES | 2,892,660.45 | 102.20 | 16,386,267.50 | 100.66 |
| 6007 DESC. Y BONIFICACION | 15,851.08 | 0.56 | 31,964.57 | 0.20 |
| 6005 DEVOLUCIONES | <u>46,541.50</u> | 1.64 | <u>75,616.30</u> | 0.46 |
| SUMA | 62,392.58 | 2.20 | 107,580.87 | 0.66 |
| VENTAS NETAS | 2,830,267.87 | 100.00 | 16,278,686.63 | 100.00 |
| OTROS INGRESOS FACT. | | | | |
| VENTAS NETAS FACT. | 2,830,267.87 | 100.00 | 16,278,686.63 | 100.00 |
| 6101 COSTO DIRECTO | 1,971,533.00 | 69.66 | 12,071,247.94 | 74.15 |
| 6104 VARIACION AL ESTANDA | <u>(236,169.70)</u> | (8.34) | <u>(945,871.92)</u> | (5.81) |
| SUMA | <u>1,735,363.30</u> | 61.31 | <u>11,125,376.02</u> | 68.34 |
| RESULTADO MARGINAL | 1,094,904.57 | 38.69 | 5,153,310.61 | 31.66 |
| 6202 FLETES | 88,157.56 | 3.11 | 436,870.51 | 2.68 |
| DEPRECIACION HISTORI | 33,579.95 | 1.19 | 172,479.75 | 1.06 |
| 6101 DEP. POR REVALUACION | 55,627.00 | 1.97 | 278,135.00 | 1.71 |
| 6101 GASTOS DE PRODUCCION | 413,512.96 | 14.61 | 1,805,916.07 | 11.09 |
| 6403 GASTOS DE VENTAS | 108,338.77 | 3.83 | 460,876.84 | 2.83 |
| 6402 GASTOS DE ADMON. | <u>84,123.73</u> | 2.97 | <u>445,102.63</u> | 2.73 |
| SUMA | <u>783,339.97</u> | 27.68 | <u>3,599,380.80</u> | 22.11 |
| RESULTADO DIVISIONAL | 311,564.60 | 11.01 | 1,553,929.81 | 9.55 |
| 6401 GASTOS CORPORATIVOS | <u>152,104.64</u> | 5.37 | <u>600,405.83</u> | 3.69 |
| RESULTADO EN OPERACION | 159,459.96 | 5.63 | 953,523.98 | 5.86 |
| 6601 GASTOS <PROD> FINANCI | 104,837.71 | 3.70 | 613,362.21 | 3.77 |
| 6603 RESULTADO CAMBIARIO | 39,721.03 | 1.40 | 183,040.73 | 1.12 |
| 6605 RESULT. MONET. OPERAC. | <u>(31,709.00)</u> | (1.12) | <u>(196,835.00)</u> | (1.21) |
| COSTO INTEG. DE FINA | 112,849.74 | 3.99 | 599,567.94 | 3.68 |
| 6701 OTROS GASTOS <PRTOS> | (26,840.85) | (0.95) | (39,201.99) | (0.24) |
| RESULT. ANTES DE ISR | <u>73,451.07</u> | 2.60 | <u>393,158.03</u> | 2.42 |
| 6801 IMPTO. SOBRE LA RENTA | 51,487.64 | 1.82 | 136,500.00 | 0.84 |
| 6901 PARTICIP. AL PERSONAL | <u>(5,431.00)</u> | (0.19) | <u>10,405.00</u> | 0.06 |
| SUMA | 46,056.64 | 1.63 | 146,905.00 | 0.90 |
| 6604 PARTICIP. A SUBSIDIA | <u>19,504.99</u> | 0.69 | <u>75,407.60</u> | 0.46 |
| RESULTADO NETO | <u>7,889.44</u> | 0.28 | <u>170,845.43</u> | 1.05 |

EMPRESA, S.A. DE C.V.
ESTADO DE RESULTADOS MENSUAL Y ACUMULADO
DEL 01 DE ENERO AL 31 DE JUNIO DE 1993

| | MES | % | ACUMULADO | % |
|-----------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------|---------------|
| TON. VEN. NACIONALES | 1,145.00 | 96.95 | 6,726.00 | 97.42 |
| VENDIDAS EXPORTACION | <u>36.00</u> | 3.05 | <u>178.00</u> | 2.58 |
| TONS. VENDIDAS | <u>1,181.00</u> | 100.00 | <u>6,904.00</u> | 100.00 |
| 6001 VENTAS MAQUILA | | | | |
| 6001 VENTAS MERC. NACIONAL | 3,378,804.15 | 97.53 | 19,377,950.15 | 98.15 |
| 6002 VENTAS MERC. EXPORT. | <u>104,040.00</u> | 3.00 | <u>491,161.50</u> | 2.49 |
| VENTAS TOTALES | 3,482,844.15 | 100.53 | 19,869,111.65 | 100.64 |
| 6007 DESC. Y BONIFICACION | 15,758.18 | 0.45 | 47,722.75 | 0.24 |
| 6005 DEVOLUCIONES | <u>2,550.00</u> | 0.07 | <u>78,166.30</u> | 0.40 |
| SUMA | 18,308.18 | 0.53 | 125,889.05 | 0.64 |
| VENTAS NETAS | 3,464,535.97 | 100.00 | 19,743,222.60 | 100.00 |
| OTROS INGRESOS FACT. | | | | |
| VENTAS NETAS FACT. | 3,464,535.97 | 100.00 | 19,743,222.60 | 100.00 |
| 6101 COSTO DIRECTO | 2,647,780.00 | 76.43 | 14,719,027.94 | 74.55 |
| 6104 VARIACION AL ESTANDA | <u>(356,398.57)</u> | (10.29) | <u>(1,302,270.49)</u> | (6.60) |
| SUMA | <u>2,291,381.43</u> | 66.14 | <u>13,416,757.45</u> | 67.96 |
| RESULTADO MARGINAL | 1,173,154.54 | 33.86 | 6,326,465.15 | 32.04 |
| 6202 FLETES | 101,772.77 | 2.94 | 538,643.28 | 2.73 |
| DEPRECIACION HISTORI | 35,933.17 | 1.04 | 208,412.92 | 1.06 |
| 6101 DEP. POR REVALUACION | 55,627.00 | 1.61 | 333,762.00 | 1.69 |
| 6101 GASTOS DE PRODUCCION | 403,089.21 | 11.63 | 2,209,005.28 | 11.19 |
| 6403 GASTOS DE VENTAS | 105,698.95 | 3.05 | 566,575.79 | 2.87 |
| 6402 GASTOS DE ADMON. | <u>93,820.36</u> | 2.71 | <u>538,922.99</u> | 2.73 |
| SUMA | <u>795,941.46</u> | 22.97 | <u>4,395,322.26</u> | 22.26 |
| RESULTADO DIVISIONAL | 377,213.08 | 10.89 | 1,931,142.89 | 9.78 |
| 6401 GASTOS CORPORATIVOS | <u>149,768.00</u> | 4.32 | <u>750,173.83</u> | 3.80 |
| RESULTADO EN OPERACION | 227,445.08 | 6.56 | 1,180,969.06 | 5.98 |
| 6601 GASTOS <PROD> FINANCI | 112,980.79 | 3.26 | 726,343.00 | 3.68 |
| 6603 RESULTADO CAMBIARIO | 36,929.90 | 1.07 | 219,970.63 | 1.11 |
| 6605 RESULT. MONET. OPERAC. | <u>(34,656.00)</u> | (1.00) | <u>(231,491.00)</u> | (1.17) |
| COSTO INTEG. DE FINA | 115,254.69 | 3.33 | 714,822.63 | 3.62 |
| 6701 OTROS GASTOS <PRTO> | 6,479.75 | 0.19 | (32,722.24) | (0.17) |
| RESULT ANTES DE ISR | <u>105,710.64</u> | 3.05 | <u>498,868.67</u> | 2.53 |
| 6801 IMPTO. SOBRE LA RENTA | 42,233.00 | 1.22 | 178,733.00 | 0.91 |
| 6901 PARTICIP. AL PERSONAL | <u>3,407.00</u> | 0.10 | <u>13,812.00</u> | 0.07 |
| SUMA | 45,640.00 | 1.32 | 192,545.00 | 0.98 |
| 6604 PARTICIP. A SUBSIDIA | <u>13,328.23</u> | 0.38 | <u>88,735.83</u> | 0.45 |
| RESULTADO NETO | <u>46,742.41</u> | 1.35 | <u>217,587.84</u> | 1.10 |

EMPRESA, S.A. DE C.V.
ESTADO DE RESULTADOS MENSUAL Y ACUMULADO
DEL 01 DE ENERO AL 31 DE JUNIO DE 1993

| | MES | % | ACUMULADO | % |
|-------------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| TON. VEN. NACIONALES | 1,145.00 | 96.95 | 6,726.00 | 97.42 |
| VENDIDAS EXPORTACION | <u>36.00</u> | 3.05 | <u>178.00</u> | 2.58 |
| TONS. VENDIDAS | <u>1,181.00</u> | 100.00 | <u>6,904.00</u> | 100.00 |
| 6001 VENTAS MAQUILA | | | | |
| 6001 VENTAS MERC. NACIONAL | 3,378,804.15 | 97.53 | 19,377,950.15 | 98.15 |
| 6002 VENTAS MERC. EXPORT. | <u>104,040.00</u> | 3.00 | <u>491,161.50</u> | 2.49 |
| VENTAS TOTALES | 3,482,844.15 | 100.53 | 19,869,111.65 | 100.64 |
| 6007 DESC. Y BONIFICACION | 15,758.18 | 0.45 | 47,722.75 | 0.24 |
| 6005 DEVOLUCIONES | <u>2,550.00</u> | 0.07 | <u>78,166.30</u> | 0.40 |
| SUMA | 18,308.18 | 0.53 | 125,889.05 | 0.64 |
| VENTAS NETAS | 3,464,535.97 | 100.00 | 19,743,222.60 | 100.00 |
| OTROS INGRESOS FACT. | | | | |
| VENTAS NETAS FACT. | 3,464,535.97 | 100.00 | 19,743,222.60 | 100.00 |
| 6101 COSTO DIRECTO | 2,647,780.00 | 76.43 | 14,719,027.94 | 74.55 |
| 6104 VARIACION AL ESTANDA | <u>(356,398.57)</u> | (10.29) | <u>(1,302,270.49)</u> | (6.60) |
| SUMA | <u>2,291,381.43</u> | 66.14 | <u>13,416,757.45</u> | 67.96 |
| RESULTADO MARGINAL | 1,173,154.54 | 33.86 | 6,326,465.15 | 32.04 |
| 6202 FLETES | 101,772.77 | 2.94 | 538,643.28 | 2.73 |
| DEPRECIACION HISTORI | 35,933.17 | 1.04 | 208,412.92 | 1.06 |
| 6101 DEP. POR REVALUACION | 55,627.00 | 1.61 | 333,762.00 | 1.69 |
| 6101 GASTOS DE PRODUCCION | 403,089.21 | 11.63 | 2,209,005.28 | 11.19 |
| 6403 GASTOS DE VENTAS | 105,698.95 | 3.05 | 566,575.79 | 2.87 |
| 6402 GASTOS DE ADMON. | <u>93,820.36</u> | 2.71 | <u>538,922.99</u> | 2.73 |
| SUMA | <u>795,941.46</u> | 22.97 | <u>4,395,322.26</u> | 22.26 |
| RESULTADO DIVISIONAL | 377,213.08 | 10.89 | 1,931,142.89 | 9.78 |
| 6401 GASTOS CORPORATIVOS | <u>149,768.00</u> | 4.32 | <u>750,173.83</u> | 3.80 |
| RESULTADO EN OPERACION | 227,445.08 | 6.56 | 1,180,969.06 | 5.98 |
| 6601 GASTOS <PROD> FINANCIÉ | 112,980.79 | 3.26 | 726,343.00 | 3.68 |
| 6603 RESULTADO CAMBIARIO | 36,929.90 | 1.07 | 219,970.63 | 1.11 |
| 6605 RESULT. MONET. OPERAC. | <u>(34,656.00)</u> | (1.00) | <u>(231,491.00)</u> | (1.17) |
| COSTO INTEG. DE FINA | 115,254.69 | 3.33 | 714,822.63 | 3.62 |
| 6701 OTROS GASTOS <PRTO> | 6,479.75 | 0.19 | (32,722.24) | (0.17) |
| RESULT. ANTES DE ISR | <u>105,710.64</u> | 3.05 | <u>498,868.67</u> | 2.53 |
| 6801 IMPTO. SOBRE LA RENTA | 42,233.00 | 1.22 | 178,733.00 | 0.91 |
| 6901 PARTICIP. AL PERSONAL | <u>3,407.00</u> | 0.10 | <u>13,812.00</u> | 0.07 |
| SUMA | 45,640.00 | 1.32 | 192,545.00 | 0.98 |
| 6604 PARTICIP. A SUBSIDIA | <u>13,328.23</u> | 0.38 | <u>88,735.83</u> | 0.45 |
| RESULTADO NETO | <u>46,742.41</u> | 1.35 | <u>217,587.84</u> | 1.10 |

EMPRESA, S.A. DE C.V.
ESTADO DE RESULTADOS MENSUAL Y ACUMULADO
DEL 01 DE ENERO AL 31 DE AGOSTO DE 1993

| | MES | % | ACUMULADO | % |
|----------------------------|---------------------|--------|-----------------------|--------|
| TON. VEN. NACIONALES | 1,089.00 | 93.48 | 8,810.00 | 97.09 |
| VENDIDAS EXPORTACION | <u>76.00</u> | 6.52 | <u>264.00</u> | 2.91 |
| TONS. VENDIDAS | <u>1,165.00</u> | 100.00 | <u>9,074.00</u> | 100.00 |
| 6001 VENTAS MAQUILA | | | | |
| 6001 VENTAS MERC. NACIONAL | 3,038,959.45 | 95.18 | 25,412,532.10 | 97.98 |
| 6002 VENTAS MERC. EXPORT. | <u>202,783.00</u> | 6.35 | <u>718,304.50</u> | 2.77 |
| VENTAS TOTALES | 3,241,742.45 | 101.53 | 26,130,836.60 | 100.75 |
| 6007 DESC. Y BONIFICACION | 4,725.18 | 0.15 | 46,694.02 | 0.18 |
| 6005 DEVOLUCIONES | <u>44,152.25</u> | 1.38 | <u>148,698.05</u> | 0.57 |
| SUMA | 48,877.43 | 1.53 | 195,392.07 | 0.75 |
| VENTAS NETAS | 3,192,865.02 | 100.00 | 25,935,444.53 | 100.00 |
| OTROS INGRESOS FACT | | | | |
| VENTAS NETAS FACT. | 3,192,865.02 | 100.00 | 25,935,444.53 | 100.00 |
| 6101 COSTO DIRECTO | 2,442,476.00 | 76.50 | 19,490,393.94 | 75.15 |
| 6104 VARIACION AL ESTANDA | <u>(203,414.80)</u> | (6.37) | <u>(1,812,173.76)</u> | (6.99) |
| SUMA | <u>2,239,061.20</u> | 70.13 | <u>17,678,220.18</u> | 68.16 |
| RESULTADO MARGINAL | 953,803.82 | 29.87 | 8,257,224.35 | 31.84 |
| 6202 FLETES | 68,328.60 | 2.14 | 698,074.17 | 2.69 |
| DEPRECIACION HISTORI | 35,708.92 | 1.12 | 280,055.01 | 1.08 |
| 6101 DEP. POR REVALUACION | 55,627.00 | 1.74 | 445,016.00 | 1.72 |
| 6101 GASTOS DE PRODUCCION | 338,207.91 | 10.59 | 2,902,287.74 | 11.19 |
| 6403 GASTOS DE VENTAS | 97,486.82 | 3.05 | 771,267.12 | 2.97 |
| 6402 GASTOS DE ADMON. | <u>94,855.29</u> | 2.97 | <u>732,669.35</u> | 2.82 |
| SUMA | <u>690,214.54</u> | 21.62 | <u>5,829,369.39</u> | 22.48 |
| RESULTADO DIVISIONAL | 263,589.28 | 8.26 | 2,427,854.96 | 9.36 |
| 6401 GASTOS CORPORATIVOS | <u>146,137.75</u> | 4.58 | <u>1,071,602.62</u> | 4.13 |
| RESULTADO EN OPERACION | 117,451.53 | 3.68 | 1,356,252.34 | 5.23 |
| 6601 GASTOS <PROD> FINANCI | 184,297.27 | 5.77 | 1,062,918.29 | 4.10 |
| 6603 RESULTADO CAMBIARIO | 32,174.00 | 1.01 | 294,930.32 | 1.14 |
| 6605 RESULT. MONET OPERAC | <u>(27,553.00)</u> | (0.86) | <u>(294,303.00)</u> | (1.13) |
| COSTO INTEG. DE FINA | 188,918.27 | 5.92 | 1,063,545.61 | 4.10 |
| 6701 OTROS GASTOS <PRTO> | (158,941.38) | (4.98) | (250,344.65) | (0.97) |
| RESULT. ANTES DE ISR | <u>87,474.64</u> | 2.74 | <u>543,051.38</u> | 2.09 |
| 6801 IMPTO. SOBRE LA RENTA | 42,234.00 | 1.32 | 263,200.00 | 1.01 |
| 6901 PARTICIP. AL PERSONAL | | | | |
| SUMA | 42,234.00 | 1.32 | 263,200.00 | 1.01 |
| 6604 PARTICIP. A SUBSIDIA | <u>11,692.02</u> | 0.37 | <u>120,609.07</u> | 0.47 |
| RESULTADO NETO | <u>33,548.62</u> | 1.05 | <u>159,242.31</u> | 0.61 |

EMPRESA, S.A. DE C.V.
ESTADO DE RESULTADOS MENSUAL Y ACUMULADO
DEL 01 DE ENERO AL 31 DE SEPTIEMBRE DE 1993

| | MES | % | ACUMULADO | % |
|----------------------------|---------------------|---------|-----------------------|--------|
| TON. VEN. NACIONALES | 1,025.00 | 95.08 | 9,835.00 | 96.88 |
| VENDIDAS EXPORTACION | <u>53.00</u> | 4.92 | <u>317.00</u> | 3.12 |
| TONS. VENDIDAS | <u>1,078.00</u> | 100.00 | <u>10,152.00</u> | 100.00 |
| 6001 VENTAS MAQUILA | | | | |
| 6001 VENTAS MERC. NACIONAL | 3,012,845.90 | 95.74 | 28,425,378.00 | 97.74 |
| 6002 VENTAS MERC. EXPORT. | <u>154,857.60</u> | 4.92 | <u>873,162.10</u> | 3.00 |
| VENTAS TOTALES | 3,167,703.50 | 100.66 | 29,298,540.10 | 100.74 |
| 6007 DESC. Y BONIFICACION | 9,423.55 | 0.30 | 56,117.57 | 0.19 |
| 6005 DEVOLUCIONES | <u>11,340.00</u> | 0.36 | <u>160,038.05</u> | 0.55 |
| SUMA | 20,763.55 | 0.66 | 216,155.62 | 0.74 |
| VENTAS NETAS | 3,146,939.95 | 100.00 | 29,082,384.48 | 100.00 |
| OTROS INGRESOS FACT | | | | |
| VENTAS NETAS FACT. | 3,146,939.95 | 100.00 | 29,082,384.48 | 100.00 |
| 6101 COSTO DIRECTO | 2,393,284.00 | 76.05 | 21,883,677.94 | 75.25 |
| 6104 VARIACION AL ESTANDA | <u>(436,535.73)</u> | (13.87) | <u>(2,248,709.49)</u> | (7.73) |
| SUMA | <u>1,956,748.27</u> | 62.18 | <u>19,634,968.45</u> | 67.51 |
| RESULTADO MARGINAL | 1,190,191.68 | 37.82 | 9,447,416.03 | 32.49 |
| 6202 FLETES | 76,872.65 | 2.44 | 774,946.82 | 2.66 |
| DEPRECIACION HISTORI | 35,708.92 | 1.13 | 315,763.93 | 1.09 |
| 6101 DEP. POR REVALUACION | 55,627.00 | 1.77 | 500,643.00 | 1.72 |
| 6101 GASTOS DE PRODUCCION | 368,747.43 | 11.72 | 3,271,035.17 | 11.25 |
| 6403 GASTOS DE VENTAS | 115,899.05 | 3.68 | 887,166.17 | 3.05 |
| 6402 GASTOS DE ADMON. | <u>89,809.50</u> | 2.85 | <u>822,478.85</u> | 2.83 |
| SUMA | <u>742,664.55</u> | 23.60 | <u>6,572,033.94</u> | 22.60 |
| RESULTADO DIVISIONAL | 447,527.13 | 14.22 | 2,875,382.09 | 9.89 |
| 6401 GASTOS CORPORATIVOS | <u>135,624.53</u> | 4.31 | <u>1,207,227.15</u> | 4.15 |
| RESULTADO EN OPERACION | 311,902.60 | 9.91 | 1,668,154.94 | 5.74 |
| 6601 GASTOS <PROD> FINANCI | 147,467.22 | 4.69 | 1,210,385.51 | 4.16 |
| 6603 RESULTADO CAMBIARIO | 18,544.70 | 0.59 | 313,475.02 | 1.08 |
| 6605 RESULT. MONET. OPERAC | <u>(32,861.00)</u> | (1.04) | <u>(327,164.00)</u> | (1.12) |
| COSTO INTEG. DE FINA | 133,150.92 | 4.23 | 1,196,696.53 | 4.11 |
| 6701 OTROS GASTOS <PRTOS> | (12,758.65) | (0.41) | (263,103.30) | (0.90) |
| RESULT. ANTES DE ISR | <u>191,510.33</u> | 6.09 | <u>734,561.71</u> | 2.53 |
| 6801 IMPTO. SOBRE LA RENTA | 32,900.00 | 1.05 | 296,100.00 | 1.02 |
| 6901 PARTICIP. AL PERSONAL | | | | |
| SUMA | 32,900.00 | 1.05 | 296,100.00 | 1.02 |
| 6604 PARTICIP. A SUBSIDIA | <u>13,912.16</u> | 0.44 | <u>134,521.23</u> | 0.46 |
| RESULTADO NETO | <u>144,698.17</u> | 4.60 | <u>303,940.48</u> | 1.05 |

PRINCIPALES RAZONES FINANCIERAS DE LA EMPRESA ANALIZADA

| TIPO DE RAZON | FORMULA | MAYO 1993 | JUNIO 1993 | JULIO 1993 | AGOSTO 1993 |
|---------------------------------|--|---|---|--|---|
| LIQUIDEZ | | | | | |
| Operante - | $\frac{\text{Activo Operante}}{\text{Pasivo Operante}}$ | - 18792 467 / 5119392 504 50 0.9691 | - 18921 563 53 / 49530 252 56 0.9688 | - 19576 866 65 / 19949 406 84 0.9813 | - 20432 077 21 / 20723 919 44 0.9859 |
| Prudente + capable de pagar | $\frac{\text{Activo Operante - Inventarios}}{\text{Pasivo Operante}}$ | - (18792 467 51) 5239 601 56 / 19392 504 50 0.6969 | - (18921 563 53) 5392 344 31 / 19530 252 56 0.6927 | - (19576 866 65) 5466 154 56 / 19949 406 84 0.7074 | - (20432 077 21) 5647 572 94 / 20723 919 44 0.7134 |
| Efectivo o Pagar | $\frac{\text{Activo Operante}}{\text{Pasivo Operante}}$ | - 406 007 40 / 19392 504 50 0.0213 | - 479 717 80 / 19530 252 56 0.0220 | - 469 113 37 / 19949 406 84 0.0238 | - 492 157 69 / 20723 919 44 0.0237 |
| APALANCAMIENTO | | | | | |
| Apalancamiento - | $\frac{\text{Pasivo Largo}}{\text{Capital Contable}}$ | - 19513 832 48 / 25501 287 63 0.7652 | - 19637 588 09 / 25618 066 04 0.7664 | - 20774 568 53 / 27410 067 08 0.7597 | - 21030 156 77 / 27512 681 70 0.7644 |
| Financiamiento - | $\frac{\text{Pasivo Largo}}{\text{Activo Largo}}$ | - 19513 832 48 / 44015 115 11 0.4338 | - 19637 588 09 / 45256 653 13 0.4339 | - 20774 568 53 / 47684 405 58 0.4252 | - 21030 156 77 / 48542 837 47 0.4332 |
| Externo - | $\frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Ingresos Operativos}}$ | - 953 521 98 / (15) 687 20 / 102 422 41) 3.7178 | - 180 964 06 / (14) 093 49 / 82 867 37) 3.1333 | - 1728 800 81 / (135 033 61) / 75 524 52) 1.3918 | - 1756 252 34 / (166 792 39) / 62 149 41) 3.9800 |
| Capitalización | $\frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Capitalización de Pasivos}}}$ | - 9544 602 34 / 29564 631 34 / 2570 282 63) 0.2785 | - 12764 947 37 / (10564 942 37) / 25518 066 04) 0.2920 | - 1008 669 77 / (1008) 6690 77 / 27410 067 08) 0.2489 | - 12303 493 46 / (12303) 493 46 / 27512 681 70) 3.2174 |
| RENTABILIDAD | | | | | |
| Margen Bruto de Ventas - | $\frac{\text{Utilidad Bruta}}{\text{Ventas}}$ | - 5153 310 61 / 16278 686 63 0.3166 | - 6326 465 15 / 19743 222 60 0.3204 | - 7700 420 53 / 22742 579 51 0.3211 | - 8757 224 35 / 26935 444 53 0.3184 |
| Margen Operativo de Ventas - | $\frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Ventas Netas}}$ | - 953 523 98 / 16278 686 63 0.0586 | - 1180 969 06 / 19743 222 60 0.0596 | - 1728 800 81 / 22742 579 51 0.0543 | - 1756 252 34 / 26935 444 53 0.0623 |
| Margen Neto de Ventas - | $\frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas Netas}}$ | - 170 645 43 / 16278 686 63 0.0106 | - 217 587 84 / 19743 222 60 0.0110 | - 125 693 69 / 22742 579 51 0.0086 | - 159 242 31 / 26935 444 53 0.0061 |
| Rotación de Capital Invertido - | $\frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Activo Largo Promedio}}$ | - 170 645 43 / 41015 115 11 0.0036 | - 217 587 84 / 45135 384 12 0.0046 | - 125 693 69 / 46470 129 37 0.0027 | - 159 242 31 / 48113 221 54 0.0033 |
| Rotación de Capital Total - | $\frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Capitalización de Pasivos Promedio}}$ | - 170 645 43 / 25501 287 63 0.0067 | - 217 587 84 / 29569 673 83 0.0068 | - 125 693 69 / 26514 061 06 0.0047 | - 159 242 31 / 27461 369 39 0.0066 |

PRINCIPALES RAZONES FINANCIERAS DE LA EMPRESA ANALIZADA

| TIPO DE RAZON | FORMULA | MAYO 1993 | JUNIO 1993 | JULIO 1993 | AGOSTO 1993 |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| ACTIVIDAD | | | | | |
| Rotación de Cuentas | $\frac{\text{Ventas Anual Total}}{\text{Cuentas por Cobrar Promedio}}$ | 16386,267 50 / 12424,196 99 1 3189 |
| Una de Cuenta | $\frac{\text{Cuentas por Cobrar Promedio} \times 360}{\text{Ventas Anual Total}}$ | (12424,196 99 * 360) / 16386,267 50 272,9548 |
| Rotación de Inventario | $\frac{\text{Costo Anual Total}}{\text{Inventario Promedio}}$ | 11125,376 02 / 5239,863 55 2 1232 |
| Una de Inventario | $\frac{\text{Inventario Promedio} \times 360}{\text{Costo Anual Total}}$ | (5239,863 55 * 360) / 11125,376 02 169,5539 |
| Rotación de Cuentas por Pagar | $\frac{\text{Costos Anual Total}}{\text{Cuentas por Pagar Promedio}}$ | 11125,376 02 / 8057,093 88 1 3808 |
| Una de Cuenta por Pagar | $\frac{\text{Cuentas por Pagar Promedio} \times 360}{\text{Costos Anual Total}}$ | (8057,093 88 * 360) / 11125,376 02 260,7151 |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los resultados de producción real presentados, se deduce que los datos no corresponden necesariamente a lo que ocurrió realmente con los inventarios de producto en proceso y producto terminado, ya que de las gráficas se desprende que los tiempos máximos permisibles para efectuar la operación, fueron en algunos casos excedidos, siendo esto una indicación evidente del manejo tendencioso de la información, a fin de presentar resultados congruentes con los indicadores financieros esperados.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos fueron con base en las capacidades teóricas reportadas para cada uno de los equipos involucrados en los procesos de producción, sin que esto necesariamente refleje las capacidades reales de los mismos, por lo que recomendamos hacer un nuevo análisis basado en una real evaluación de dichas capacidades, lo que llevaría a cifras mas reales en el modelo propuesto, facilitando una eventual implantación del manejo de los inventarios, como se plantea en el presente trabajo.

Cuando se calcularon los tres indicadores de operaciones y resultados (Utilidad Neta, Retorno Sobre la Inversión y Flujo de Efectivo) en nuestro balance simulado, no mostraron diferencia alguna respecto a los valores obtenidos a partir de los datos reales, razón por la cual no fueron incluidos como parte del presente trabajo.

Aun cuando no fue posible mostrarlo gráficamente, el adecuado manejo de inventarios sugerido redundará en el mediano plazo en principio en una reducción de los gastos de operación, lo cual impactará positivamente los tres indicadores de operaciones que nos ocupan.

Nos referimos a todos los inventarios, es decir, materia prima, producto en proceso y producto terminado. Imaginemos una reducción significativa en estos inventarios, combatiendo la protección que tradicionalmente se dan las áreas productivas, lo que nos llevará a ahorros considerables y, por lo tanto, una situación financiera mas sana.

Desde sus inicios, la empresa analizada ha trabajado con el método occidental por-si-acaso, en el que la primera operación (el desdoblamiento) lleva el tambor que dicta cuando va a liberarse la materia prima hacia la planta. El resultado de trabajar de esta manera ha sido que el área de producción se convierte en quien realmente decide a que mercados de ácidos grasos deberán concurrir los productos de la empresa, esto es, como productos de únicamente dos procesos (desdoblamiento y destilación) o como productos de hasta cuatro procesos (desdoblamiento, destilación, hidrogenación y una segunda destilación). Esto no es necesariamente lo que el mercado está demandando, por lo que esta empresa debe de tomar conciencia que la restricción de capacidad, que tratamos en el Capítulo 2, realmente se encuentra en lo que demanda el mercado y, es a este al que deberían de responderle.

En fecha reciente la empresa decidió aumentar su capacidad en destilación, pero como lo hemos demostrado en el capítulo 2, si realmente quisieran tener una mejor respuesta a lo que demanda el mercado la decisión hubiera estado en un incremento en su capacidad de hidrogenación, lo que daría una mezcla de productos con un mayor valor agregado, ya que los productos hidrogenados tienen un mayor valor en el mercado.

De igual forma, una mejora en el nivel de inventarios se traduce en una mejor capacidad de respuesta, logrando tiempos de entrega más cortos y reduciendo con ello el ciclo de venta, que en última instancia permite un mayor flujo de efectivo, en aras de incrementar el throughput y con ello, mantener la salud financiera de la empresa.

En virtud de lo anterior, un adecuado manejo de las operaciones de la empresa analizada, basado entre otras cosas en los indicadores antes señalados, permitirá lograr la tan necesaria ventaja competitiva requerida, no solamente para subsistir en los mercados altamente competitivos de hoy y de mañana, sino marcar la pauta para la carrera hacia un proceso de mejora continua.

ANEXO A

APLICACIONES Y USOS DE LOS ACIDOS GRASOS

PROPIEDADES DE LOS ACIDOS GRASOS

La estructura molecular confiere en los ácidos grasos y sus derivados, propiedades físicas y químicas no poseídas por grasas y aceites y hace posible usos específicos para ácidos grasos. Las principales propiedades que tienen aplicaciones comerciales son:

Antiespumantes

Se supone que actúan al diseminarse sobre la superficie y desalojar o cubrir la capa superficial formada por el agente espumante

Antiinflamable

La adición de flúor en el ácido graso le confiere esta propiedad.

Bactericida

Debida a un pH bajo hasta un punto tal, que ciertos microorganismos no pueden proliferar y mueren. Una práctica común con la industria es la adición del sufijo "cida" al grupo o unidad biológica químicamente tóxica: insecticida, fungicida, herbicida, rodenticida, etc.

Catalizador

Acelerando las reacciones de polimerización en forma de peróxidos.

Detergente

Remueven partículas de suciedad adheridas a un cuerpo y las conservan en suspensión.

Dispersante

Propiedad de los ácidos grasos y derivados para provocar la suspensión de partículas sólidas en un líquido.

Emolientes

Los ácidos grasos por sus propiedades semejantes a grasas ocasionan reblandecimiento local y producen acción calmante, de relajación y protección; pueden tener acción terapéutica y sirven como vehículos de drogas de acción local, se aplican al exterior para mitigar la irritación y evitar el resecaimiento de la piel.

Espesante

Usados para producir la viscosidad deseada y estabilizar emulsiones y dispersiones.

Humectante

En preparados acuosos retienen agua de manera que suministra humedad a la piel por largo tiempo. Este efecto se diferencia del que producen las grasas, que evitan que se seque la piel cubriéndola con una capa protectora que impide la evaporación de la humedad.

Inhibidores de Corrosión

Los ácidos grasos son capaces de extenderse en una película y eliminar agua y aire de la superficie del metal, impidiendo la corrosión.

Impermeable

La repelencia al agua, es una propiedad común generalmente asociada con muchos químicos grasos. Más que inmiscibilidad con agua, se tiene un efecto de repelencia (efecto hidrofóbico) involucrando una orientación física de fases grasas líquidas y sólidas cuando hay un contacto con medio acuoso o hidrófilo.

Lubricante

Una propiedad de los ácidos grasos es la de formar una película suave y uniforme entre partes sujetas a fricción. Esta propiedad los hace tener una gran aplicación como lubricantes en casi todas las industrias.

Nacarante

Como dispersante en la nivelación de color.

Plastificante

Los derivados de ácidos grasos actúan como plastificantes. Como derivados mantienen la suavidad y viscosidad de los materiales plásticos a los que son

adicionados, además les imparten otras propiedades como son flexibilidad a baja temperatura, elasticidad, repelencia al agua, resistencia eléctrica, etc.

Surfactante o Tensoactivo

Un surfactante es un compuesto orgánico consistente en dos partes: una porción hidrófoba (repelencia al agua), normalmente un hidrocarburo de cadena larga (por ejemplo ácido graso); y una porción hidrófila, la que hace al compuesto entero suficientemente soluble al agua u otro solvente polar para su uso determinado.

Un surfactante o tensoactivo tiene propiedades humectantes, detergentes, penetrantes, dispersantes y emulsivos, caracterizándolo la propiedad que tiene más marcada.

Se ha encontrado que los ácidos grasos son capaces de sufrir muchos tipos de reacciones incluyendo condensación y polimerización, halogenación, oxidación, deshidratación, isomeración, etc.; también la conversión a números derivados como amidas, aminas, nitrilos, alcoholes, mono y poliésteres, sulfatos, sulfonatos, etc., muchos de estos derivados tienen propiedades que se pueden adaptar a una variedad de usos especiales, incluyendo detergentes, herbicidas, insecticidas, agentes humectantes, agentes de flotación en minería, cosméticos, farmacéuticos, plásticos, plastificantes, impregnantes y agentes de acabado para textiles, pieles y un sinnúmero de otros usos.

APLICACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS.

En vista de las propiedades anteriores se presentan los siguientes usos de los ácidos grasos y sus derivados en la industria.

1. Agentes Tensoactivos

- a) Ácidos Grasos en la Manufactura de Jabón
- b) Ácidos Grasos y Derivados como Detergentes Sintéticos

2. Revestimientos Protectores y Decorativos

3. Industria Petrolera

- a) Químicos Derivados de Grasas para la Producción y Procesamiento del Petróleo
- b) Inhibidores de Corrosión
- c) Grasas Lubricantes
- d) Lubricantes de Esteres Sintéticos
- e) Otros Materiales Grasos usados en Químicos del Petróleo

4. Industrias de Pieles, Textiles y Papeleras

5. Cosméticos y Farmacéuticos

6. Productos Alimenticios

- a) Emulsificantes para Manteca o Mantequilla
- b) Productos de Dulcería
- c) Productos de Lechería
- d) Productos de Cereal
- e) Aditivos Especiales Comestibles
- f) Productos Preservativos y Protectivos en Comestibles

7. Ácidos Grasos y Derivados en la Agricultura**8. Flotación Mineral****9. Velas y Crayones****10. Derivados Grasos usados en la Industria del Caucho****11. Aditivos a Plásticos****12. Plastificantes****INDUSTRIA JABONERA (Agentes Tensoactivos)****a) Ácidos Grasos en la Manufactura de Jabón.**

Es bien sabido que desde 1945 la cantidad de jabón producido y consumido ha ido decreciendo continuamente y la producción de detergentes sintéticos se ha incrementado; sin embargo, el consumo de ácidos grasos en la manufactura de jabón ha ido en aumento debido a que cada vez se utilizan en un porcentaje mayor en los jabones; comparativamente si en 1945 sólo se utilizaba el 5% de ácido graso en el jabón, en 1964 se utilizaba el 25%.

Entre las ventajas del uso de los ácidos grasos sobre el de las grasas y en la fabricación de jabones están:

- Ahorro de energía
- Menor costo de enfriamiento en el proceso
- Reaccionan más rápido que las grasas y aceites
- Reducen la cantidad de glicerina en el jabón (existe gran demanda de glicerina).

Tipos de Jabones fabricados con ácidos grasos:

Suaves, solventes, de limpieza, textiles, abrasivos, líquidos, para afeitar, líquidos (shampoos), medicinales y de baño; a éste último le corresponde el mayor uso de ácidos grasos. En Estados Unidos durante 1965 fueron consumidos 90,000 toneladas de ácidos procedentes del aceite de coco y del sebo hidrógeno.

b) Detergentes Sintéticos.

Los derivados de ácidos grasos principalmente sales y ésteres son productos que conservan la propiedad de detergencia, teniendo un uso específico dependiendo del derivado que se trate. Son tantos los derivados usados como detergentes sintéticos, que los mencionaremos dentro de las diferentes industrias que los utilizan.

Es compleja una consideración general de los usos de agentes tensoactivos basados en grasas. Aparte del uso como detergentes para lavado o limpieza en el lavado y baño doméstico, estos productos se usan algunas veces con considerable efectividad, como agentes de flotación mineral, en shampoos para baño de burbujas, como composiciones contra fuego, para disminuir la espuma en agua para caldera, como deemulsificantes para emulsiones de aceite y agua, como emulsificantes para comestibles, como inhibidores de corrosión y muchos otros usos.

REVESTIMIENTOS PROTECTORES Y DECORATIVOS

Uno de los mayores consumidores de ácidos grasos y derivados, es la industria de revestimientos protectores y decorativos, la que requiere grandes volúmenes de estas sustancias para resinas alquídicas, resinas epóxicas de ácidos graso modificados y otros productos de revestimiento primario.

Los productos de las industrias de revestimientos superficiales son esenciales en la preservación de todos los tipos de estructuras arquitectónicas (incluyendo fábricas), de los ataques del mal tiempo. La madera y los metales no revestidos son particularmente susceptibles a deteriorización, especialmente en ciudades donde el ollín y dióxido de azufre (smog) aceleran tal acción.

Principal énfasis han recibido los revestimientos arquitectónicos, los que incluyen pinturas; y los revestimientos industriales, los que son generalmente usados en madera, metal, textiles, caucho, papel y plástico.

Las propiedades de los ácidos grasos y derivados los hacen ideales para la industria de los revestimientos superficiales, aplicándolos en pinturas, pigmentos, aceites, barnices, lacas, revestimientos industriales, tintas y polish industriales como vehículos de pintura, producción de resinas, modificadas, epóxicas y poliéster, secantes rápidos de resinas, agentes aglutinantes, plastificantes y otros. Además confieren a barnices y resinas excelente adhesión, flexibilidad, rigidez y retención de color.

Han encontrado uso como acado de pisos, revestimientos primarios para apoyar acabados en utensilios, para revestir bridones, ajustar pinturas para metales, en revestimientos protectores para cubrir botellas y latas de cerveza, revestimientos primarios para automóviles, acabado de muebles y mantenimiento de esmalte.

INDUSTRIA PETROLERA

La industria petrolera es una gran consumidora de derivados químicos de grasas, principalmente surfactantes, los que son usados en operaciones como recuperación secundaria de aceite, deemulsificación de petróleo crudo, refinado, almacenaje y transportación de aceite. Los derivados químicos de grasas son usados en formulaciones de iodos para perforación, grasas lubricantes, lubricantes sintéticos, agentes anticorrosivos y como aditivos en aceites para calefacción, gasolina y otros productos del petróleo. Los lubricantes para máquinas de aviones o jet consumen grandes cantidades de diésteres sintéticos, incluyendo nuevos esteres grasos estables a altas temperaturas de varias especies:

a) Derivados químicos de grasas para Producción y Procesamiento del petróleo

Surfactantes (solubles en agua) de todos los tipos en formulaciones de iodos para perforación y fluídos usados en operaciones de perforación rotatoria.

Son usadas aminas grasas y jabones de ácidos de "tall oil" para tratar la bentonita e inhibir el flujo de agua subterránea en los pozos petroleros, los cuales dan crudos relativamente libres de agua. El ácido esteárico es empleado para incrementar la permeabilidad de la arena que contiene agua, también disuelto en kerosina o aceite mineral bajo la tensión superficial de la mezcla agua aceite y permite su difusión a través de los poros de la arena.

Las aminas (grasas de cadena larga) también se usan en la deemulsificación de petróleo.

b) Inhibidores de Corrosión.

Uno de los mayores usos de químicos grasos por la industria petrolera es como agentes anticorrosivos. Los químicos grasos como inhibidores de corrosión no sólo son usados por esta industria sino por las industrias automotrices, aeronáutica, papelera, textil y otras industrias donde se opere maquinaria.

La corrosión puede ocurrir en varias formas, puede ser uniformemente distribuída o localizada en forma de picaduras; otras formas de ataque al metal, tales como erosión y fatiga del metal, pueden agravar el problema de la corrosión.

Generalmente, un inhibidor de corrosión es un material el cual, incorporado a una fase líquida en contacto con una superficie metálica, inhibe o minimiza el deterioro del metal en la superficie de contacto. Los líquidos corrosivos incluyen agua, agua de sal, aceite, alcoholes y otros líquidos hidrofílicos. Los inhibidores de corrosión no son necesariamente líquidos en contacto con la superficie metálica. Pueden ser usados aerosoles "spray" conteniendo químicos grasos anticorrosivos para cubrir superficies

metálicas y prevenir efectivamente el herrumbre del hierro y prevenir o reducir otra deterioración metálica por eliminación de aire, especialmente aire humedo.

Son usados un apreciable número de derivados grasos de nitrógeno como inhibidores de corrosión en tuberías de petróleo, el ácido esteárico y compuestos grasos cuaternarios poseen propiedades valiosas como inhibidores de corrosión.

Las aminas y aminas cuaternarias son generalmente agentes anticorrosivos, efectivos en medios aceitosos y acuosos.

c) Grasas Lubricantes.

Por razones económicas la mayor proporción de grasas es aun manufacturada directamente de glicéridos.

Automóviles, ferrocarriles, transportación marítima, industrias manufactureras y la agricultura dependen grandemente de las grasas.

d) Lubricantes Sintéticos de Esteres.

Lubricantes sintéticos de ésteres grasos para maquinarias de aviones, jets civiles y militares.

Mientras que máquinas de aviones e instrumentos representan el mayor uso para lubricantes sintéticos de ésteres, hay también un número de lubricantes especiales que contienen ésteres grasos. Pueden ser mencionados aquellos usados en instrumentos de precisión, transmisiones automáticas de automóviles, lubricantes para altas temperaturas, líquidos para control de temperatura, mezclas de lubricantes de alta resistencia y especialmente grasas "lube".

e) Otras Substancias Grasas usadas en Químicos del Petróleo.

Aminas grasas secundarias, aductos de ácido graso-amina y diaminas son usadas como anticongelantes; varios derivados de ácidos dimericos son usados como dispersantes de iodo en la gasolina. Las diaminas grasas son también usadas como aditivos antiiodos en combustibles de mayor punto de ebullición que la gasolina.

También las aminas grasas catiónicas son usadas como emulsificadores de asfalto, un valioso subproducto de la industria petrolera, usado en la construcción de carreteras, impermeabilizantes de techos, revestimiento de tuberías, papeles laminados y cementos para pisos de plástico.

INDUSTRIAS DE PIELES, TEXTILES Y PAPELERAS

a) Industria de Pielés

Los ácidos grasos y sus derivados son usados en el curtido, teñido y acabado de productos de piel. Los jabones de ácidos grasos, por ejemplo, son usados en operaciones de limpieza; detergentes sintéticos y agentes humectantes son usados en el teñido de pieles, detergentes sintéticos sulfatados en acabados de pieles. Compuestos grasos de amonio cuaternarios han sido usados en el teñido de pieles.

b) Industria Textil

La mayor parte de las sustancias grasas usadas en operaciones de procesamiento textil son jabones y detergentes aniónicos, catiónicos y no iónicos. Otros químicos derivados de grasas son usados como lubricantes de fibras e hilados, agentes de acabado y suavizadores. También son usados para fabricar revestimientos, para pigmentos de pinturas de textiles, y como agentes repelentes de agua, ininflamables, antipolilla y antienmohecedores.

En esta industria tienen gran aplicación los derivados de ácidos grasos como alcoholes grasos, ésteres grasos, amidas grasas, sulfatadas y etoxiladas entre otros, para la fabricación de surfactantes o tensoactivos.

c) Industria Papelera

La industria papelera consume cantidades substanciales de numerosos químicos grasos usados en procesamiento y revestimiento de papel de todos los tipos. Derivados grasos son usados en revestimientos para papeles impermeables, aislantes en color y pintura de papel y cartón.

Los ácidos grasos que tienen mayor aplicación es esta industria en productos emulsificantes de la pulpa de papel, incrementadores de resistencia a la penetración, impermeabilización interna, son esteárico, palmítico, oleico y mirístico. Algunos derivados de ácidos grasos como amidas grasas han sido usadas para proporcionar resistencia superficial, adhesión de la tinta al papel, impermeabilidad; también como agentes deslizantes y antibloques en varias ceras y resinas para revestimiento de papel y como humectantes de fibras celulósicas.

COSMETICOS Y FARMACEUTICOS

a) Cosméticos

Los ácidos grasos y sus derivados tienen aplicación en cosméticos y productos de baño incluyendo lociones, cremas, lápices labiales, shampoos, polvos, mascarillas y

productos para el pelo. Para la preparación de cosméticos se requiere ácidos grasos de alta pureza, libres de olor y de bajo color, a causa de que muchos productos están en forma de cremas, lociones y dispersiones y la industria de los cosméticos es un gran consumidor de jabones y emulsificantes.

Los emulsificantes de ésteres típicos usados en la preparación de cosméticos incluyen mono y diésteres de ácidos oleico, esteárico y láurico, ésteres de ácidos grasos, monoestearato y monooleato, ésteres de glicerol, diésteres de ácido graso de muchos glicoles y diésteres de glicol-éter.

Los jabones de ácidos grasos son ampliamente usados en la industria de los cosméticos, pero existe una gran demanda para los emulsificantes no iónicos de todos los tipos porque estos productos evitan los desventajosos efectos resultantes del uso de agua dura. Muchos emolientes, tales como miristiarato, estearato y ésteres palmíticos son usados como suavizantes y ablandadores de la piel.

Es en esta industria donde los ácidos grasos tienen gran aplicación por sus propiedades.

b) Farmacéuticos.

Los ácidos grasos y sus derivados tienen apreciable versatilidad como ingredientes de productos farmacéuticos a los que imparten muchas valiosas propiedades. Uno de los mayores usos farmacéuticos de los químicos grasos, es en la formación de emulsiones.

Los ácidos grasos y sus sales han sido usados como aditivos en polvos farmacéuticos para impartir propiedades de repelencia al agua, para ayudar en la protección del producto y para evitar conglomeración. Las sales de ácidos grasos son empleadas como componentes de revestimiento en píldoras y tabletas para proteger productos sensibles al aire y la humedad.

Algunos derivados de ácidos grasos tienen aplicación terapéutica, como el éster de ácido behénico, usado para controlar la obesidad en animales, el palmitato ascórbico usado en heridas de tejidos del estómago e intestino.

PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Los químicos grasos, particularmente ciertos ésteres grasos, se usan como aditivos e ingredientes en muchos productos alimenticios. Muchos ésteres grasos han demostrado ser inofensivos cuando se usan en productos alimenticios en cantidades apropiadas y reguladas. Estos productos actúan como emulsificantes y preservativos o también son adicionados a envolturas o materiales de empaquetamiento.

a) Emulsificantes para Manteca o Mantequilla

Algunos ésteres grasos son adicionados como agentes emulsificantes para mantener las características de manteca y mantequilla.

b) Productos de Dulcería.

Cuando son adicionados a confiterías, los emulsificantes comestibles proporcionan algunas funciones útiles como son:

1. Retardo en el tiempo de endurecimiento de gelatinas
2. Estabilización de sabores
3. Retardo en la pérdida de brillo y la formación de pelusilla en revestimiento de confitería
4. Mejor control de la cristalización de confituras graneadas.

c) Productos Lácteos

Los monoglicéridos de ácido oleico son usados para los requerimientos especializados de mezclas agua-grasas en helados o en postres helados.

d) Productos de cereal.

Han sido desarrollados agentes de antiencojimiento para ser usados en productos cocidos en horno, especialmente pan y pastelillos. Estos aditivos ayudan a minimizar la firmeza de la migaja, pérdida de sabor y lo quebradizo en la costra del pan y pastel. Entre estos aditivos están monoestearatos y estearatos derivados de ácidos grasos. Estos productos realizan otras funciones como emulsificantes y texturizantes de la masa.

e) Aditivos Especiales Comestibles

Muchos productos horneados emplean emulsificantes de ácidos grasos similares a aquellos usados para la manufactura de mantequillas y helados, por ejemplo, oleatos y palmitatos (de ácido oleico y palmítico); cuando se agregan a margarinas imparten un sabor a mantequilla al producto y acrecentan la durabilidad del sabor.

f) Productos Preservativos y Protectivos en Comestibles

Algunos derivados de ácidos grasos son usados como pequeñas capas para prevenir la entrada de aire y la evaporación de agua y el subsecuente encojimiento y envejecimiento de los alimentos. Han sido usadas dos substancias para este propósito: monoglicéridos acetilados y ácido araquídico. Pequeñas cantidades de ácido araquídico son aplicadas a la superficies de la carne, para prevenir encojimientos por pérdida de agua.

ACIDOS GRASOS Y DERIVADOS EN LA AGRICULTURA

En la agricultura los ácidos grasos y sus derivados se han usado como agentes de limpieza para productos agrícolas y como componentes importantes en insecticidas, herbicidas, fungicidas, rodenticidas y para mejorar la sanidad de establos y granjas.

Los ácidos grasos empleados para los propósitos anteriores incluyen esteárico, hebénico y otros ácidos saturados de cadena larga.

Entre los nuevos usos de los químicos grasos en la agricultura, incluyen la adición de pequeñas cantidades de agentes tensoactivos y fertilizantes, para mejorar sus propiedades y aquellas del suelo al que son adicionados; también los metiloesteres grasos son usados como suplementos dietéticos para estimular el crecimiento de animales de granja.

MINERIA

La industria minera utiliza derivados de ácidos grasos como las aminas grasas en la flotación o separación de ciertos minerales como fósforos, caliza, magnesita, carbonatos de óxidos minerales de cobre, plomo, zinc, galena, pirita, minerales de fierro, de magnesio, de titanio, de tungsteno, aluminio, minerales radioactivos, etc., aprovechando la propiedad de las aminas para hacer "flotar" un componente lejos de otro. También pueden ser usados ciertos jabones de ácidos grasos.

El consumo total de aminas grasas para flotación mineral tomará en cuenta que se requieren 63 gramos de amina por tonelada de mineral elevado o "flotado".

VELAS Y CRAYONES

La cera y grasas sólidas han sido usadas en velas desde la antigüedad pero después del rápido desarrollo de las grasas, los ácidos grasos suplantaron a las grasas sólidas en la manufactura de la vela moderna. El uso de grasas sólidas en velas siempre fue objeccionable porque la pirólisis de estos materiales produce pequeñas cantidades de acroleína (substancia usada como gas lacrimógeno); la substitución de grasas sólidas por ácidos grasos, tales como ácido estérico, doble prensado, elimina esta objección e imparte otras propiedades como baja temperatura en la iluminación, corrige la opacidad, da brillantes y mejor moldeamiento.

La manufactura de lápices de cera o crayón de base grasa utiliza apreciables cantidades de ácidos grasos. Estos ácidos imparten a los crayones varias propiedades incluyendo, lustres, opacidad, mejor dispersión de tintes y colores y firme absorción por el papel.

INDUSTRIA DEL CAUCHO

La transportación, la industria química, la eléctrica y la electrónica son los mayores consumidores de caucho. Dos Guerras Mundiales fueron principalmente responsables para el cambio de caucho natural a caucho sintético barato y mejor. Actualmente en los Estados Unidos el 70% del caucho consumido es de origen sintético. Este cambio fue acompañado por la demanda de algunos tipos de ácidos grasos para la vulcanización de caucho natural, neopreno cauchos SBR(Butadieno-estireno), en combinaciones y en emulsión-polimerización de caucho sintético. En 1965 en los Estados Unidos se consumieron 30,000 toneladas de ácido esteárico y 18,000 toneladas de ácidos grasos de "aceite de pino" y resinas de ácido.

El ácido esteárico funciona como activador de aceleradores para reducir el tiempo de la vulcanización, como agente dispersante, facilita el mezclado mecánico y procesamiento que sufre el caucho antes de la vulcanización. También actúa como plastificante y ablandador en mezclado, dispersión de pigmento y en el moldeo.

Otros usos para ácidos grasos y derivados en la industria del caucho incluyen aplicaciones en la producción de caucho esponjado, como agentes espumantes para caucho espumado, en látex penetrante, como desprendedores de moldes, principalmente amidas grasas y como lubricantes.

ADITIVOS Y PLASTICOS

Las películas delgadas de polietileno poseen un alto coeficiente de fricción, película a película, lo que ordinariamente impide la alimentación de láminas simples a equipos de empacado automático. Otra desventaja de tales películas es su tendencia a bloque, esto es, para adherirse una a otra mientras se apilan bajo presión.

Las aminas grasas, particularmente oleamida (de ácido oleico) son usadas comunmente como agentes deslizantes o anti-bloque en películas de polietileno y poliolefina. Las aminas también mejoran la adherencia de tintas a superficies de polietileno.

Otros químicos grasos nitrogenados son usados para otros propósitos en varias resinas plásticas: por ejemplo, la diamida de ácido esteárico usada como agente anti-bloque en el cloruro de polivinilo; el etilén-biestearamida usado como un efectivo aditivo antideslizante para pelotillas sólidas de polietileno.

PLASTIFICANTES

Los ésteres derivados de ácidos grasos tienen gran aplicación como plastificantes, confiriendo propiedades específicas como resistencia eléctrica, flexibilidad,

resistencia al agua y estabilidad al calor y a la luz, usados en plastificantes para recubrimientos plásticos, en acabados textiles, en películas de envoltura para productos alimenticios y para la plastificación de cauchos sintéticos, cauchos clorados, ésteres de celulosa, nitratos de celulosa, etil-celulosa, poliestireno, acetato de polivinilo y emulsión de poliestireno polimerizado.

ANEXO B

CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS ÁCIDOS GRASOS

Aunque los ácidos grasos están compuestos sólo de carbón, hidrógeno y átomos de oxígeno, sus características físicas y químicas difieren significativamente, dependiendo del número y proporción relativa de átomos de carbono e hidrógeno en la molécula y la estructura por la cual ellos están unidos. Estas diferencias permiten que haya muchas reacciones posibles.

LONGITUD DE LA CADENA

Los ácidos grasos comerciales contienen de 6 a 22 átomos de carbono en sus cadenas. Los ácidos saturados de cadena más corta son líquidos a temperatura ambiente y los ácidos grasos de cadena larga son generalmente sólidos. Al incrementarse el largo de la cadena, los puntos de ebullición generalmente aumentan y su solubilidad en agua y solventes polares generalmente disminuye. En cierto grado, este comportamiento de ácidos grasos es transmitido a productos hechos a partir de ellos.

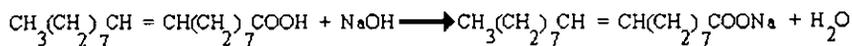
También hay muchos ácidos grasos con menos del número máximo de hidrógenos posible y tienen una doble o triple unión entre dos o más carbonos. Estos son conocidos como ácidos grasos insaturados y son generalmente líquidos a temperatura ambiente.

REACCIONES QUÍMICAS DE ÁCIDOS GRASOS

Los ácidos grasos pueden llevar a cabo reacciones en tres puntos de su molécula:

- En el grupo carboxilo.

El grupo carboxilo reacciona con muchos químicos para formar sales, jabones, ésteres, amidas, aminas y nitrilos. Un ejemplo de este tipo de reacción es la reacción de un ácido graso y un caústico para formar jabón soluble en agua.



Ácido Oleico

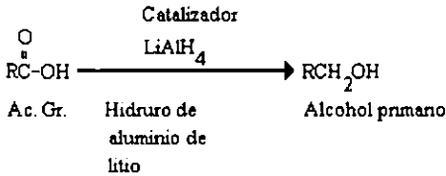
Sosa

Oleato de Sodio

Agua

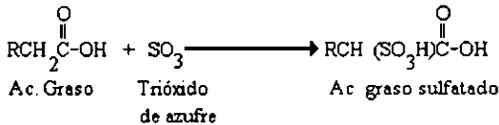
los shampoos y jabones para lavado en seco y quirúrgicos son productos basados en esta reacción.

Los ácidos grasos pueden ser reducidos a alcoholes primarios



- En el carbono α (átomo de carbono anexo al grupo carboxilo).

Un ejemplo es la reacción entre un ácido graso saturado con trióxido de azufre, lo que resulta en la sulfonación del átomo de carbono α .



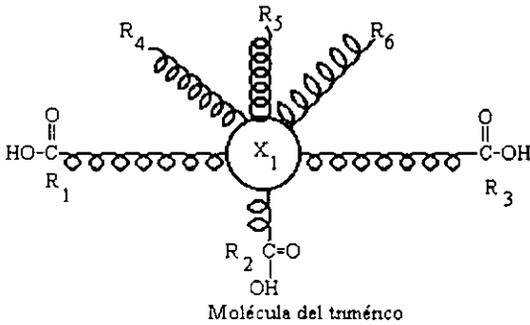
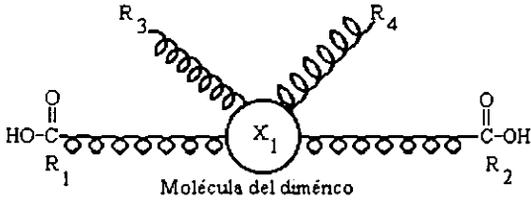
- En los puntos de Insaturación (dobles ligaduras) .
Las reacciones pueden ocurrir en el doble enlace en un ácido graso insaturado.

Esto incluye oxidación, epoxidación, hidrogenación, sulfatación y polimerización.

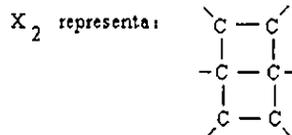
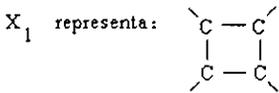
POLIMERIZACION.

Los ácidos grasos insaturados de cadenas con 18 átomos de carbono de largo (oléico, linoléico y linolénico) son reaccionados en la presencia de un catalizador para formar un polímero consistente de un ácido dibásico (dimérico) de 36 átomos de carbono y un ácido tribásico (trimérico) de 54 átomos de carbono. Los ácidos diméricos y triméricos contienen uniones carbono-carbono que varían de uniones sencillas a estructuras cíclicas complejas. En adición, ellas retienen alguna insaturación en su estructura de cadena ramificada.

Sus representaciones gráficas son:



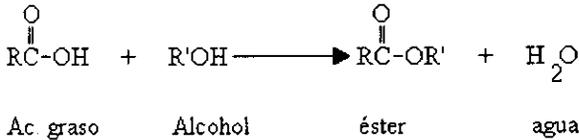
En donde:



Estos ácidos diméricos y triméricos son usados en muchas diferentes aplicaciones, incluyendo resinas poliamidas sólidas y líquidas, resinas de uretano, inhibidores de corrosión, pinturas de mantenimiento, barnices, adhesivos, jabones, modificadores de polímeros, aditivos de aceite, lubricantes y agentes curantes epóxicos.

ESTERIFICACIÓN

Los ácidos grasos (u otros compuestos que contienen grupos carboxilos) y ciertos derivados de ácidos grasos son reaccionados con alcoholes o polioles en reactores especialmente diseñados para producir una variedad de ésteres. La reacción básica con el ácido graso es:



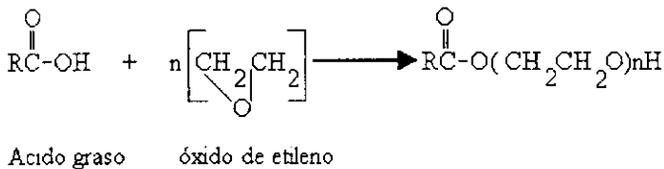
en donde R y R' son cadenas de carbono de diferente tamaño.

ETOXILACION

La etoxilación es la reacción del óxido de etileno $\text{CH}_2 - \text{CH}_2$ con una variedad de materiales



incluyendo ácidos grasos, ésteres, alcoholes, fenoles alquídicos, aminas grasas. A continuación se muestra como el óxido de etileno es literalmente adicionado a un ácido graso (n es un número no especificado).



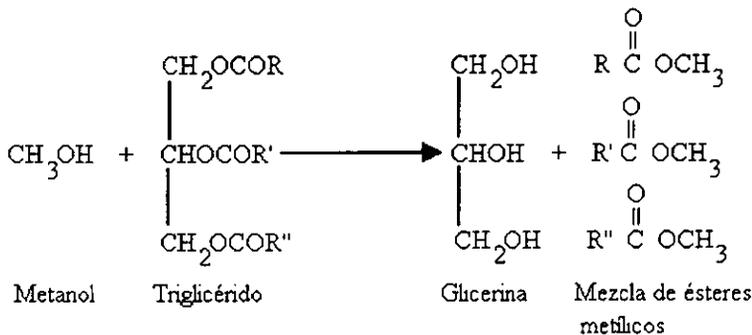
Los productos resultantes son generalmente surfactantes. Estos son compuestos que afectan (normalmente reducen), la tensión interfacial entre dos líquidos inmiscibles. Entre ellos tenemos emulsificadores, agentes humectantes y detergentes. Variando la cantidad de óxido de etileno adicionado a la molécula afecta proporcionalmente el grado de solubilidad del surfactante en agua. El óxido de propileno puede ser usado en lugar del óxido de etileno en un proceso de propoxilación similar.

Los surfactantes son ampliamente usados en cosméticos, alimentos, plaguicidas, detergentes, farmacéuticos, químicos, textiles y otros productos.

METANOLISIS Y FRACCIONACIÓN DE ÉSTERES METÍLICOS.

Las grasas y aceites naturales (triglicéridos) son reaccionados con metanol para producir ésteres metílicos y glicerina.

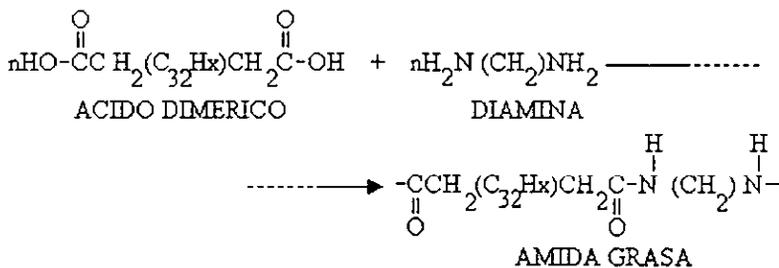
La reacción es:



La glicerina es concentrada y refinada. Los ésteres metílicos son purificados y separados en ésteres individuales por destilación fraccional.

PROCESO POLIAMIDA.

El ácido dimérico y otros ácidos y aminas polifuncionales son reaccionados para producir poliamidas.



La unidad poliamida básica (amidagrasa) es repetida hasta que es terminada por un inhibidor monofuncional de cadena. Estas poliamidas son ingredientes importantes en

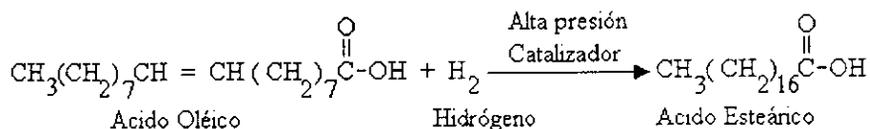
adhesivos de tipo hot-melt, tintas flexográficas y agentes curantes para recubrimientos epóxicos.

HIDROLISIS.

Este proceso utiliza agua, vapor, alta presión (700 lb/in²) y alta temperatura (260°C) para hidrolizar grasas y aceites en ácidos grasos crudos y glicerina diluída. Es un proceso continuo, altamente eficiente para la producción de ácidos grasos de alta calidad. De este proceso ya se hablo en el capítulo 3.

HIDROGENACIÓN

Este proceso transforma un ácido graso insaturado como el oléico a uno saturado como el esteárico.



PROPIEDADES DE LOS ACIDOS GRASOS.

La estructura molecular confiere en los ácidos grasos y sus derivados, propiedades físicas y químicas no poseídas por grasas y aceites y hace posible usos específicos para ácidos grasos. Las principales propiedades que tienen aplicaciones comerciales son:

Antiespumantes.- Se supone que actúan al diseminarse sobre la superficie y desalojar o cubrir la capa superficial formada por el agente espumante.

Antiinflamable.- La adición de flúor en el ácido graso le confiere esta propiedad.

Bactericida.- Debida a un pH bajo hasta un punto tal, que ciertos microorganismos no pueden proliferar y mueren. Una práctica común con la industria es la adición del sufijo "cida" a el grupo o unidad biológica químicamente tóxica: insecticida, fungicida, herbicida, rodenticida, etc.

Catalizador.- Acelerando las reacciones de polimerización en forma de peróxidos.

Detergente.- Remueven partículas de suciedad adheridas a un cuerpo y las conservan en suspensión.

Dispersante.- Propiedad de los ácidos grasos y derivados para provocar la suspensión de partículas sólidas en un líquido.

Emoliente.- Los ácidos grasos por sus propiedades semejantes a grasas ocasionan reblandecimiento local y producen acción calmante, de relajación y protección; pueden tener acción terapéutica y sirven como vehículos de drogas de acción local; se aplican al exterior para mitigar la irritación y evitar el resecamiento de la piel.

Espesante.- Usados para producir la viscosidad deseada y estabilizar emulsiones y dispersiones.

Humectante.- En preparados acuosos retienen agua de manera que suministra humedad a la piel por largo tiempo. Este efecto se diferencia del que producen las grasas, que evitan que se seque la piel cubriéndola con una capa protectora que impide la evaporación de la humedad.

Inhibidores de Corrosión.- Los ácidos grasos son capaces de extenderse en una película y eliminar agua y aire de la superficie del metal, impidiendo la corrosión.

Impermeable.- La repelencia al agua, es una propiedad común generalmente asociada con muchos químicos grasos. Más que inmiscibilidad con agua, se tiene un efecto de repelencia (efecto hidrofóbico) involucrando una orientación física de fases grasas líquidas y sólidas cuando hay un contacto con medio acuoso o hidrófilo.

Lubricante.- Una propiedad de los ácidos grasos es la de formar una película suave y uniforme entre partes sujetas a fricción. Esta propiedad los hace tener una gran aplicación como lubricante en casi todas las industrias.

Nacarante.- Como dispersante en la nivelación de color.

Plastificante.- Los derivados de ácidos grasos actúan como plastificantes. Como derivados mantienen la suavidad y viscosidad de los materiales plásticos a los que son adicionados, además les imparten otras propiedades como son flexibilidad a baja temperatura, elasticidad, repelencia al agua, resistencia eléctrica, etc.

Surfactante o Tensoactivo.- Un surfactante es un compuesto orgánico consistente en dos partes: una porción hidrófoba (repelencia al agua), normalmente un hidrocarburo de cadena larga (por ejemplo ácido graso); y una porción hidrófila, la que hace al compuesto entero suficientemente soluble en agua u otro solvente polar para su uso determinado.

Un surfactante o tensoactivo tiene propiedades humectantes, detergentes, penetrantes, dispersantes y emulsivos, caracterizándolo la propiedad que tiene más marcada.

Se ha encontrado que los ácidos grasos son capaces de sufrir muchos tipos de reacciones incluyendo condensación y polimerización, halogenación, oxidación, deshidratación, isomeración, etc.; también la conversión a numerosos derivados como amidas, aminas, nitrilos, alcoholes, mono y poliésteres, sulfatos, sulfonatos, etc., muchos de estos derivados tienen propiedades que se pueden adaptar a una variedad de usos especiales, incluyendo detergentes, herbicidas, insecticidas, agentes humectantes, agentes de flotación en minería, cosméticos, farmacéuticos, plásticos, plastificantes, impregnantes y agentes de acabado para textiles, pieles y un sinnúmero de otros usos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Goldratt, Eliyahu M.; Fox, Robert E.
La Carrera
México: Ediciones Castillo, S.A. de C.V., 1992
- 2) Goldratt, Eliyahu M.; Cox, Jeff
La Meta
México: Ediciones Castillo, S.A. de C.V., 1993
- 3) Fatty Acid Technology
Lurgy Express Information and the Rust Engineering Company
- 4) Kirk - Othmer
New York: Encyclopedia 3rd edition, 1979
- 5) Logan, R.L.
Tall Oil Fatty Acids
J. Am. Oil Chemists Soc., November 1979
- 6) Henkel, Gmbh, U.S. 3,870,735 , March 11, 1975
- 7) Schonberger, Richard J.
Manufactura de Categoría Mundial
Colombia: Grupo Editorial Norma, S.A., 1991
- 8) Hanan, M.
Incremento de Utilidades
México: Fondo Educativo Interamericano, 1982
- 9) Thompson, Harry; Paris, Michael
The Changing Face of Manufacturing Technology
The Journal of Business Strategy, 3 No. 1, 1982
- 10) Ackroff, R.L.
Un Concepto de Planeación de Empresas
México: Limusa, 1985
- 11) Adam, E.E. Jr.; Hershaner, J.C.; Ruch, W.A.
Productividad y Calidad
México: Trillas, 1985
- 12) Hofer, C.W.; Schendel, D.
Planeación Estratégica
Colombia: Norma, 1985