



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES

CUAUTITLAN



EVALUACION DE UN PROYECTO DE INVERSION
PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA
PROCESADORA DE CACAO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO

PRESENTA
FRANCISCO TORRES ALEMAN

DIRECTOR DE TESIS
LIC. ANA CECILIA RANGEL CUENCA

ASESOR EXTERNO
I.Q. FRANCISCO JAVIER ROJAS ORTIZ

14
20/1
Escuela de Estudios Superiores
Cuautitlán
Departamento de
Estudios Profesionales

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

Indice General

| | |
|---|----|
| I.- Introducción | 1 |
| II.- Estudio del proceso de Cacao. | 3 |
| Historía del proceso de cacao. | 3 |
| Descripción del proceso. | 13 |
| Productos derivados del proceso de cacao. | 33 |
| III.- Estudio del mercado. | 35 |
| Tipos de productos que existen en el mercado. | 35 |
| Descripción de las compañías procesadoras de cacao. | 37 |
| Consumo actual. | 39 |
| Consumo futuro. | 45 |
| IV.- Estudio de Ingeniería de proceso. | 54 |
| Proceso actual. | 54 |
| Capacidad de planta. | 58 |
| Requerimientos futuros. | 59 |

| | |
|---|-----|
| Comparativo de la demanda con capacidad de planta | 60 |
| V.- Aspectos técnicos. | 61 |
| Tecnología actual. | 63 |
| Selección de tecnología más adecuada a el proceso. | 65 |
| VI.- Evaluación Económica. | 77 |
| Definición de las inversiones en maquinaria y tecnología. | 84 |
| Inversiones en obras complementarias. | 88 |
| VII.- Análisis de rentabilidad. | 89 |
| Valor presente neto (VPN). | 89 |
| Tasa interna de retorno (TIR). | 95 |
| VIII.- Conclusiones y Recomendaciones de actividades. | 100 |
| IX.- Bibliografía. | 102 |

Capítulo I

Introducción

El objetivo del presente trabajo; es la aplicación de las técnicas de evaluación de proyectos, las cuales requieren de una gran cantidad de información.

La información parte de conocer el producto y materia prima, de una historia de los mismos y del proceso. La historia del producto y materia prima parte de los Aztecas, quienes dieron a conocer ambos rubros a los españoles, así como también licor de cacao; y estos últimos se encargaron de darlo a conocer al mundo entero. Después se hace una historia del procesamiento del cacao, que comprende desde la preparación que se hacía en la época prehispánica hasta la sofisticada manufactura actual. Dando una descripción del proceso actual, con sus diferentes etapas y porcentajes de aprovechamiento en cada una, así como una descripción de los equipos; pioneros y actuales, necesarios para el procesamiento del cacao.

A continuación se elabora un estudio de mercado; en el cual se exponen a los diversos procesadores y manufacturadores, y así como los consumos de ambos, también se dan a conocer los diferentes productos derivados del cacao, y sus presentaciones.

En conjunto con el anterior estudio de mercado, se logró hacer un desglose de las producciones, consumos y exportaciones en los últimos 10 años. Conjuantando toda esta información y por medio de una regresión lineal, se logró hacer un modelo matemático el cual nos ayudó para conocer la proyección de consumo en el próximo decenio.

De esta proyección de consumo, con base en datos proporcionados por la Procesadora de Cacao "Artecas" S.A. de C.V., se hizo un desglose de producciones por ciclo agrícola, para determinar la capacidad de planta actual y futura. Para así, con estos datos poder seleccionar la tecnología que cubra la capacidad futura o requerida, y por consecuencia al

licenciador. Haciendo notas de la importancia que tiene la interacción del Ingeniero Químico con los profesionistas de las diferentes áreas que involucra el proyecto.

Ya habiendo hecho la selección de tecnología, se hizo una cotización de la tecnología y equipo, para así definir el monto total de la inversión, haciendo ver desde aquí la envergadura económica del proyecto.

Al definir la inversión de equipo y tecnología, a continuación se hizo uso de las técnicas de evaluación de proyectos; valor presente neto (VPN) y tasa interna de retorno (TIR). Y al mismo tiempo se hace una descripción de las diferentes clases de técnicas (dependientes e independientes del tiempo) , así como las ventajas y desventajas de ellas. También se analizan las relaciones directamente e inversamente proporcionales a dichas técnicas, con respecto a: factor de inflación ("i"), tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), valor de salvamento o de amortización (VS) y flujo neto de efectivo (FNE). Se señala la "base" para la selección de las técnicas, las aplicaciones de dichas técnicas se hicieron como lo señala la teoría, y conforme a los resultados: poder concluir si el proyecto es viable y si la recuperación de inversión será a corto, mediano o largo plazo. Después como una indicación, se hace ver la importancia de la implementación de un control de costos desde la fase de instalación hasta el arranque del proceso.

Con base a todo lo anterior, se prosiguió a hacer una serie de conclusiones acerca de las técnicas y del proyecto. Así como recomendaciones sobre ambos y de la influencia e importancia que tiene la participación del Ingeniero Químico dentro de un proyecto de inversión.

CAPITULO II

Estudio del proceso de cacao

Historia del proceso de Cacao

Cacao, del maya *cacau*, y forma radical del *cacáuatl*. De la familia *Esturculiáceas*, a la que pertenece también la cola, del orden de las *columníferas*. Según una leyenda antigua azteca, Quetzalcoatl, jardinero del edén donde vivieron los descendientes del Sol, se trajo a la Tierra las semillas del cacao para procurar a los hombres un manjar que era propio de los dioses: el chocolate. Tal vez Linneo conoció esta leyenda cuando dio el nombre de *Theobroma* al género de plantas a que pertenece el árbol de cacao, ya que esta palabra significa en griego, manjar de Dios o de los dioses.

Existen nueve especies de *Theobroma Cacao* y sus variedades son objeto de intenso cultivo para el aprovechamiento de sus frutos en las industrias alimenticia y farmacéutica.

La *teobromina* $C_7H_8N_4O_2$, que es el principal alcaloide del *Theobroma cacao*, es un polvo cristalino, blanco, amargo, que se sublima sin alterarse a temperatura de 290 a 295°C.; p.f., 330° C. La teobromina es la 3,7-dimetilxantina, y con ella se puede producir cafeína, 1,3,7-trimetilxantina por metilación. La teofilina, 1,3-dimetilxantina, es isómera de la teobromina pero por semejantes que sean cuanto a composición química, son de diferentes propiedades. El cacao contiene teobromina y cafeína en razón de 8 ó 9 a 1, pero no se ha hallado en él teofilina.

La teobromina se halla en el cotiledón fresco en forma de compuesto inestable. No existe en la cascarilla de la semilla fresca, o sólo en cantidad muy pequeña, aproximadamente 0.28%, calculada sobre la materia seca. Durante la fermentación y su liberación en el cotiledón se difunde a la cascarilla, donde puede aumentar hasta 2.0 %. Esta difusión a la cascarilla parece coincidir con la muerte del grano, generalmente en el tercer día de fermentación, se ha comprobado que hay una reducción de contenido de teobromina en el cotiledón en este período de la cura del cacao.



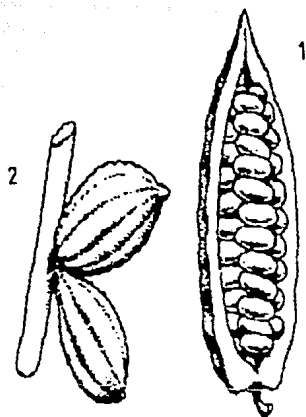
CACAO
(*Theobroma cacao*)

Figura 1 *Theobroma cacao*, diferentes partes del árbol de cacao; (1) Rama florida. (2) Flor.

Los cotiledones de granos fermentados sin lavar contienen entre 1.25 a 1.60% de teobromina. Hoy se sabe que el porcentaje total de teobromina y cafeína que contiene el grano fresco permanece casi inalterado durante la fermentación y sólo se reduce ligeramente con el tostado. La madurez del grano tiene relación directa con el contenido de teobromina y se ha propuesto la determinación de ésta para tener un índice de la madurez.

El principal uso industrial que se da a la teobromina, es como materia prima para producir cafeína, que tiene mucha aplicación en Farmacia y como estimulante en ciertos refrescos. Los desperdicios de cacao, cascarilla, mezclas de cascarillas y polvo aventamiento del grano tostado y fragmentado, o torta de la expresión de tales mezclas, se utilizan como materia prima para la extracción de manteca y de teobromina. Cuando es muy abundante la producción de cacao y tiene poca demanda, se emplea la torta de cacao, para extraerle manteca y teobromina.

La teobromina no es soluble en la manteca y por consiguiente se concentra en la torta de



CACAO

(Theobroma cacao)

Figura 2. Frutos del árbol de cacao; (1) Semillas, (2) Vainas

de teobromina (teobrominato de calcio) para dejar libre la teobromina y forma carbonato de calcio. Por muchos años estas sencillas reacciones han sido la base de la separación de teobromina de los desperdicios de cacao.

Aún no ha sido posible producir chocolate o polvo de cacao privados de teobromina que conserven su sabor y sean adecuados para alimento del sujeto humano. El tratamiento energético con disolventes destruye el sabor y el color característicos de la materia del cacao. Los productos de reacción que se forman durante la extracción de teobromina con álcalis hacen que el residuo sea inadecuado para la alimentación. La acción de sales de metales alcalinos y alcalinotérreos permite la separación de la teobromina, pero la materia de cacao

cacao y finalmente en el polvo de cacao. De esta suerte, cuanto menor es la proporción de grasa que contiene la torta, tanto mayor es el porcentaje de teobromina. La teobromina tiene acción estimulante del miocardio y es diurética. Como es muy poco soluble en agua, generalmente se prescribe en forma de sal doble con acetato sódico, citrato de sodio o silicato de calcio. En agua hirviendo se disuelve algo menos de 1 gr. de teobromina en 100 ml pero al enfriarse se precipita en fino polvo cristalino. La teobromina es muy poco soluble en los hidróxidos de sodio y de calcio, forma con estas sales solubles, así como con óxido de magnesio. Dichas sales son descompuestas por ácidos o sales ácidas. Hasta el dióxido de carbono reacciona con la sal cálcica



Figura 3 Las vainas silvestres, presentan este aspecto y tamaño dentro de un plantío de árboles de cacao

remanente solo se puede considerar como un desperdicio. Se han patentado procesos de extracción combinada con los que se obtienen la teobromina y la manteca de cacao en un disolvente pero no tienen aplicación práctica. Los residuos en la destilación destructiva de la cascarilla de cacao y de otros desperdicios desgrasados (tortas y Bareduras) dan teobromina por sublimación a 280 a 320°C, con producción de carbón vegetal, aceite alquitranoso y brea similares a los que se obtienen de la pirolisis de hulla y madera. Recientemente se ha propuesto un método de extracción acuosa de teobromina y cafeína, la adsorción selectiva en arcilla en condiciones de pH bien reguladas, y de la desorción final y purificación.

El cacao contiene proteínas y almidones; el 55% es manteca o grasa de cacao, el 22% almidón y el 17% gluten y almidones.

La semilla de cacao se planta en terreno firme o en almácigas, en donde permanece hasta su trasplante. A los 4 años el árbol comienza a fructificar en forma creciente hasta los 12, para declinar después de 30 años. Su crecimiento es permanente, crece de 4 a 12 metros de alto (bajo cultivo se mantiene podado a unos 4.5 metros de altura), prospera mejor a la sombra de grandes árboles. Las condiciones idóneas son: clima cálido, suelo fértil, abundantes lluvias y protección contra el viento. Estas condiciones se concentran en las regiones a la altura del ecuador.

El árbol de cacao presenta hojas largas y lustrosas (figura 1), varían desde el rosa pálido al rojo y verde; la corteza del tronco es plateada; el fruto es una baya carnosa (figura 2) de

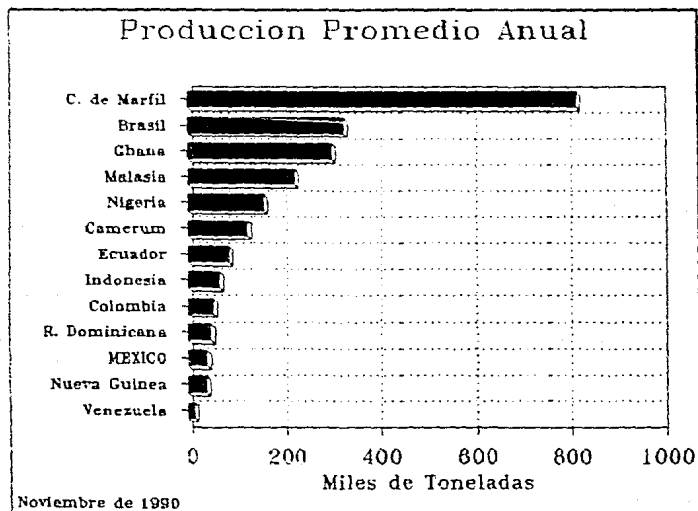


Figura 4. Gráfica de principales países productores de cacao

forma ovalada de 14 a 20 centímetros de largo, nace directamente (figura 3) del tronco del árbol y de las ramas más viejas, cada fruto contiene de 20 a 50 semillas que son la materia prima que se explota industrialmente; los frutos van tornándose de verde o cambian de marrón a escarlata, las semillas al fermentar cambian de color y toman el olor característico del chocolate.

Una plantación de cacao es un lugar de mucha actividad cuando el fruto está maduro. Las vainas, que pesan poco más o menos medio kilogramo cada una, son arrancadas de los árboles y abiertas con un pesado cuchillo. Dentro hay una pulpa blanca, dulce y acuosa, en que están embutidas las habas de cacao. Estas pesan pocos gramos por vaina; por lo tanto, se requieren muchos millones de árboles para producir el medio millón de toneladas que se cosechan cada año para satisfacer el consumo mundial de cacao y chocolate.

| Pais | Produccion | Participacion |
|-----------------|------------|---------------|
| Costa de Marfil | 820,000 | 34.0 % |
| Brasil | 330,000 | 13.6 % |
| Ghana | 305,000 | 12.6 % |
| Malasia | 225,000 | 9.3 % |
| Nigeria | 160,000 | 6.6 % |
| Camerum | 123,900 | 5.1 % |
| Ecuador | 85,000 | 3.5 % |
| Indonesia | 65,000 | 2.7 % |
| Colombia | 52,300 | 2.3 % |
| Rep. Dominicana | 48,000 | 1.9 % |
| MEXICO | 40,000 | 1.6 % |
| Nva. Guinea | 39,000 | 1.5 % |
| Venezuela | 14,000 | 0.5 % |

Noviembre de 1990 Unidades: Toneladas

Tabla 1. Volúmenes de producción de los principales países productores de cacao

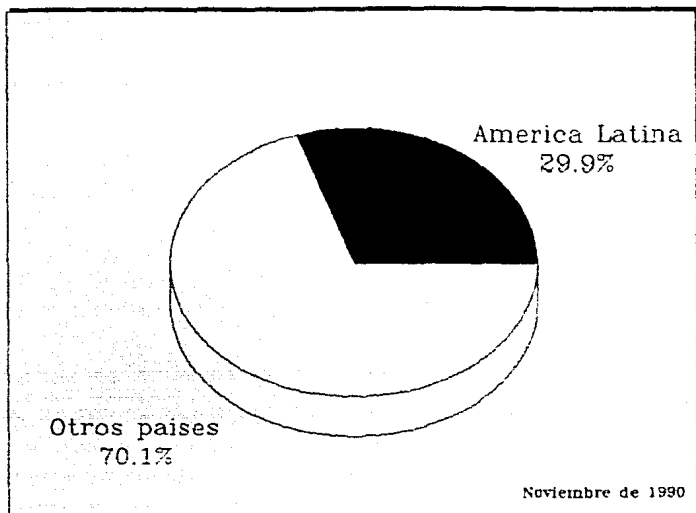


Figura 5. Gráfica de contribución a la producción mundial de cacao

Estas habas al salir de la vaina las cubre un limo blanco de la pulpa. Al principio, están simplemente apiladas, durante tres días, su viscosa y dulce envoltura las hace fermentar con mucha rapidez. Después del tercer día, las habas se tienden al sol para que se sequen. A veces se ven muchas toneladas de las semillas, desparramadas sobre enormes pedazos de lona, pero en las zonas más lluviosas se utilizan hornos para el secado. Deben estar totalmente secas antes de que se las enfarde para el envío; de lo contrario, toda la cosecha se cubriría de moho antes de llegar a la fábrica procesadora de cacao o de chocolate.

El valor del cacao está condicionado por ser un alimento muy nutritivo y por la importancia de los productos que la industria extrae de él: chocolate, manteca, aceite, jabón y vino de cacao, del cual se obtiene alcohol y vinagre, y además el alcaloide llamado teobromina.

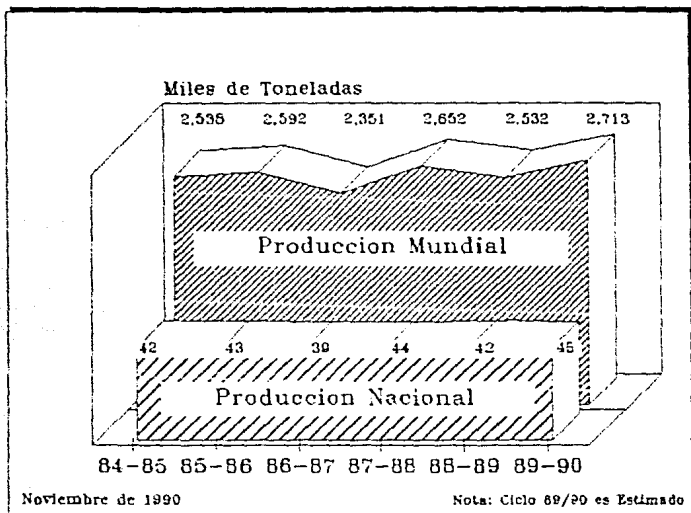


Figura 6. Comparativo de producciones de cacao por ciclo agrícola

La manteca de cacao es el principal producto secundario de la industria del chocolate. Por su resistencia al enranciamiento y por su blancura se usa mucho en la industria farmacéutica y de cosméticas.

El cacao, por ser un alimento energético, es muy usado en las regiones de clima frío. Por esto es un producto de intensa importación y gran consumo en Europa y Estados Unidos de América.

De acuerdo a su origen existen diversos tipos de cacao: los criollos, los forasteros amazónicos, el guayaquil, el calabacillo, el criollo clonal y el ceilán. En México por su vigor y mayores rendimientos los más cultivados son el criollo y el guayaquil, ambos generan granos de primerísima calidad con altos niveles de aroma y sabor por lo tanto se les denomina

“cacaos aromáticos”.

El cultivo de cacao es una actividad próspera en muchos países; sus principales productores son; Costa de Marfil, Brasil, Ghana, Malasia, Nigeria, Camerún, Ecuador, Indonesia, República Dominicana y otros.

En la figura 4 se pueden ver el orden de los productores en todo el mundo y en la tabla 1 los volúmenes. En la figura 5 se muestra la contribución de la producción de América Latina con respecto a la producción mundial.

En el año de 1516 al desembarcar los españoles tuvieron la gran oportunidad de observar la enorme importancia que se concedía al árbol de cacao, ya que los aztecas empleaban sus semillas como monedas. En efecto, sus unidades monetarias eran el *countle*, el *xiquipil* y la *carga*, con un valor de 400, 8 000 y 24 000 semillas de cacao, respectivamente. Además, preparaban con ellas una bebida muy semejante al chocolate de hoy, aunque no le agregaban miel y especias. Solo el pueblo mezclaba el cacao con mucha harina de maíz, para abaratarlo.

Escribe Antonio Solís, en su Historia de la conquista de México, que el emperador Moctezuma “al acabar de comer tomaba ordinariamente un género de chocolate a su modo, en que iban la sustancia del cacao, batida con molinillo hasta llenar la jícara con más espuma que licor”, y lo llamaban así porque, al principio los españoles consideraron al chocolate un licor reconfortante más que un alimento propiamente dicho.

Los Aztecas preparaban su bebida favorita tostando las semillas de cacao que molían después sobre una piedra, aromatizaban la pasta resultante con especias y, una vez hervida, la batían con un molinillo antes de servirla.

Esta pasta, de gusto poco agradable para los españoles, tuvo al principio escasa aceptación entre los conquistadores. hasta que se generalizó el uso del azúcar en la mezcla, con lo cual se propagó su consumo, sobre todo desde que en Europa se acostumbraron a él.

A pesar de que el chocolate era desagradable al paladar europeo, los españoles supieron apreciar las extraordinarias cualidades de esta bebida. Hernan Cortés, en una de sus famosas cartas al emperador Carlos I, destacó las cualidades vigorizantes del chocolate. Esta es,

precisamente, una de las grandes virtudes del chocolate, alimento de enorme poder energético y muy digerible.

En 1520, los españoles enviaron panes de chocolate a España. El producto tuvo tanta aceptación que pronto se fundaron fábricas que perfeccionaron los métodos de preparación y, sobre todo mejoraron grandemente la mezcla de especias.

La antigua provincia de Soconusco, en Guatemala, tuvo fama en los tiempos de la colonización española, de producir el cacao de mejor calidad. De ahí que en España se llamara también soconusco al chocolate, sobre todo cuando éste era de una calidad excelente.

En el año de 1606 el florentino Antonio Carletti instaló en Italia la primera fábrica de chocolate. En ella mejoró el producto apegándole esencias y canela. Los franceses generalizaron su uso durante el reinado de Luis XIV, pero no montaron fábricas hasta principios del siglo XVII. Desde Francia se introdujo el chocolate en Inglaterra en el año de 1657, o sea casi al mismo tiempo que el té y el café. En Alemania se comenzó a fabricar en 1756, y en Estado Unidos se montó la primera fábrica en 1765.

En 1828 un industrial danés pensó que la calidad mejoraría notablemente si se le extraía parte de la materia grasa llamada manteca de cacao. Después de haberlo logrado por presión sobre las semillas de cacao tostadas, hizo el experimento de mezclar azúcar y algo de esa misma manteca al polvo de cacao, y cocer luego la mezcla. Así obtuvo una sustancia sólida, de sabor muy agradable. Había nacido la industria del chocolate en tabletas o pastillas.

Desde entonces el desarrollo de mejores técnicas, así como de maquinaria se ha estado haciendo. Desafortunadamente la información no se ha editado, por lo que durante el lapso de 1828 hasta nuestros días, por el momento dicho desarrollo no podrá ser estudiado.

El chocolate de calidad se fabrica con cacao, azúcar y especias mezcladas cuidadosamente en masa homogénea. En el de calidad menos selecta entran otros productos que tiene por objeto aumentar el peso, tales como féculas y harinas, y también suele emplearse la manteca de cacao con el objeto de incorporar a la masa mayor cantidad de azúcar, ya que

la manteca de cacao es muy barata.

A medida que se difundiendo y popularizando el chocolate, se hizo necesario utilizar maquinarias especiales que aceleraran el proceso de fabricación y abaratasen el costo de este producto. Las primeras máquinas para la molienda de las semillas de cacao se emplearon en las postrimerías del siglo XVII. Poco a poco, desde entonces se fueron inventando máquinas que reemplazaron el procedimiento manual que se habían usado desde los indios mexicanos.

En la actualidad el consumo mundial de chocolate es extraordinario. La industria presenta el chocolate en forma de tablillas, en las que a veces introducen, para deleite del paladar, avellanas, miel y almendras. Además mezclándolo adecuadamente con leche, se obtiene el sabroso "chocolate blanco". Constituye en repostería uno de los componentes más comunes en la preparación de dulces y helados.

En las fábricas modernas se utilizan máquinas que tuestan las semillas, les quitan la cascara, las trituran y, finalmente mezclan la pasta y moldean el chocolate.

Descripción del Proceso de Cacao

El proceso de cacao en forma general comprende las siguientes operaciones escalonadas, a saber: 1a. clasificación y limpieza de cacao en bruto; 2a. tostadura o torrefacción de los granos; 3a. descascarillado; 4a. mezcla de diversas clases de cacao; 5a. molienda y mezcla de cacao con azúcar y especias; 6a. división, moldeado y enfriamiento.

Una descripción del proceso, es la que se hace a continuación; en la cual se explica metodología así como equipo necesario, en cada etapa del proceso.

A).- El primer paso comprende la limpieza del grano, en esta etapa se tiene por objetivo el de aislar de basura, impurezas y partículas metálicas al grano de cacao.

Las semillas son separadas por medio de diversas operaciones, las cuales se llevan a cabo por medio de biombos con diversos tipos de mallas, cepillos, extractores de aire y separadores magnéticos.



Figura 7. Separador de semillas con diferente tamaño de malla

En la parte inicial de los biombos se lleva a cabo la separación de basuras e impurezas de tamaño más pequeño que las semillas, por medio de una serie de mallas de diversos tamaños de partícula, las que son movidas en forma circular, cayendo por gravedad las impurezas y basura a la parte inferior, y así ser guiadas al exterior del equipo. En la parte media se tienen separadores electromagnéticos que extraen las partículas metálicas. Y por último en la sección de salida de las mallas se tienen los extractores de aire, cuyo objetivo es remover las impurezas de menor peso que las semillas.

E).- El segundo paso comprende el Tostado de las semillas, el cual puede ser en forma continua o por lotes. Los fundamentos tostación son usados en ambas formas. Los tostadores originales fueron simples tambores rotatorios que se les aplicaba externa y directamente calor producido por medio de combustible sólido o combustóleo. El tostado de las semillas en este tipo de equipo era por medio de transferencia de calor, por efecto de conducción, se han desarrollado varios métodos para pasar aire caliente a través de las semillas logrando

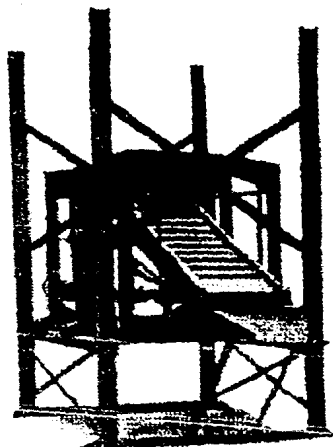


Figura 8. Separador Electromagnético

un mayor contacto con las mismas y economizando combustible. Muchos autores han estudiado detenidamente la tostación del cacao. Algunos de estos procesos han nacido de la experiencia de la torrefacción del café y de ciertas nueces. Conviene tomar en consideración los tipos de cacao que se usan y el producto final que se desea. Algunos autores opinan que el verdadero objeto de la tostación es dar sabor al cacao. Sin embargo otros sostienen que los fines principales de ella son facilitar la separación de la cáscara y la producción de aroma. Se puede desarrollar el sabor del grano en el tostador, y en el grano tostado parcialmente y pelado se puede desarrollar más

sabor durante los procesos de refinamiento, calentamiento y aeración en diversos tipos de estufas, e indudablemente de otras maneras ingeniosas. El tipo de tostador y la clase de tostación deben de ser parte integral de la elaboración. Lo que sucede en la tostadura debe de ser considerado a la luz de las operaciones subsecuentes y del resultado final. No se pueden dictar reglas fijas. Los granos secados al aire pueden perder suficiente humedad y contraerse, y separase de su cascarilla lo bastante para que se puedan pelar en crudo y sin calentar, y en este caso no se produce el sabor desarrollado por el calor. La deshidratación en aire caliente ($82-93^{\circ}\text{C}$) afloja la cascarilla y permite obtener grano crudo pelado. Este grano pelado no es el más conveniente para hacer cacao en polvo, si bien puede servir para chocolates dulces, esta elaboración ofrece facilidades para el estufado a alta temperatura a efecto de desarrollar características aromáticas. Por otra parte, la tostación en que los granos alcanzan la temperatura de $104.5-121^{\circ}\text{C}$ produce un resultado más propio para pulverización del cacao y no requiere calentamiento largo ni tan intenso en la operación de estufado para

la elaboración de chocolate dulce. Sin embargo, el término "tostado total" entre los fabricantes europeos de chocolate equivale aproximadamente a las designaciones estadounidenses tostado "mediano" y "de tres cuartos". El "tostado completo" en los E.E.U.U. es la tostadura hasta poco antes del desarrollo de características de "chamuscamiento"; esto es: alrededor de 121-137.7°C.

Tostadores continuos y otros manuales han dado resultados considerables en economizar combustible, semilla menos quebrada y menos transferencia de manteca hacia la cáscara del grano.

La tostación invariablemente reduce la humedad y ocasiona variaciones químicas en el color, que se vuelve mas oscuro o pardo rojizo. Altera también gran parte del sabor astringente y amargo, destruye el poder adhesivo de la metria mucilaginoso que mantiene la cáscara pegada al grano, desnaturaliza parte de las proteínas y modifica los almidones y otros hidratos de carbono naturales, que se convierten en dextrina. Se efectúa la hidrólisis de algunos glicósidos naturales y se debilita la pared celular. Esta tostación destruye enzimas, esteriliza toda la masa y expulsa ácidos volátiles, como el acético, y otros ácidos grasos de bajo punto de ebullición. Se cree que los taninos se oxidan lo que parece comprobarse por su conversión en flobafenos hidrosolubles de color pardo e insípidos.

La tostación puede ser por radiación o conducción, esto depende del tipo de tostador

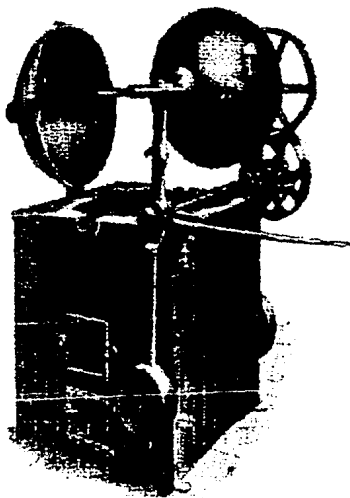


Figura 9. Tostador de esfera a fuego directo.

que se vaya a usar. El calor que se aplique debe de ser uniforme y durante un periodo de tiempo que permita a este, penetrar a cada una de las semillas sin llegar a quemarlas en el contenedor.

La tostadura se efectúa en diversos aparatos, el más común de los cuales es el tostador cilíndrico de café; el combustible puede ser gas, combustóleo, hulla o coque. Sin embargo, tales tostadores tienden a carbonizar o chamuscar la cascavilla y aun al propio grano, lo que da color más oscuro y sabor de "alto cocido". Aunque se usan estos tostadores en plantas pequeñas de los principales países consumidores de cacao, muchos de ellos han sido sustituidos por operaciones continuas o intermitentes que tratan con más cuidado el grano y sus colores, y sabores delicados. Los aparatos de tipo intermitente usados en Europa son

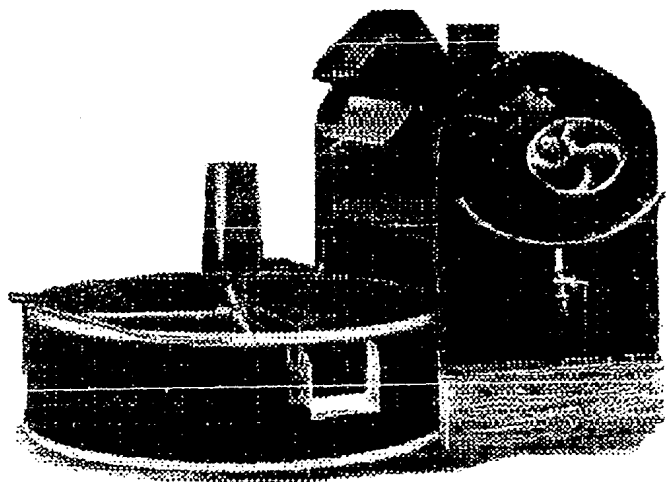


Figura 10. Tostador de semillas, de aire caliente por lote y plato aerador

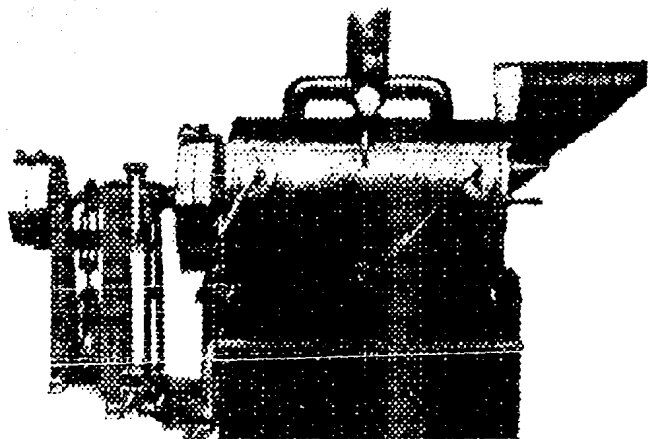


Figura 11. Tostador de aire caliente continuo rotatorio

las maquinas en forma de globo, de tostado rápido, en que el aire caliente se pone en contacto directo con los granos, que están en movimiento constante. En tales aparatos el intercambio de calor es del aire a la superficie del grano, y no de la superficie metálica caliente a la superficie del cacao. Con el chorro de aire se expulsan la humedad, la cascarilla pulverizada y los humos de los granos que se están tostando. Estos tostadores son relativamente pequeños y sólo tienen capacidad para cargas de 200 a 600 lbs.

El tostador continuo de aire caliente se funda en principios semejantes; a saber: por medio de una corriente de aire caliente y de los productos de combustión, se agitan, transportan y tuestan simultaneamente los granos. Varias grandes corporaciones estadounidenses tienen uno o más tostadores con capacidad para 6 000 a 9 000 kgs. de cacao por hora. En estos aparatos se efectúa el tostado con aire caliente hasta que se aflojan las cascarillas, se parten los granos por impacto o por medio de rodillos quebrantadores bastante

separados, se desprenden las cascarillas y se termina la tostadura de los granos. Esto es muy ventajoso no sólo por la eficiencia de la tostación, sino también por la coordinación de operaciones subsiguientes de tostado, quebrantamiento y limpieza. Mediante este procedimiento se puede tostar el grano en un período de 8 a 15 minutos, hasta dejar en trozos quebradizos y dorados que se pueden moler con mínimo consumo de fuerza para producir el cacao licuado o pasta de cacao.

En otros tostadores, se usa también aire caliente para cocer el grano al descender éste en forma de cascada por una serie de planchas inclinadas. Se hace pasar aire caliente sobre los granos que se tuestan ligeramente. El aparato es adecuado para sacar cacao a la temperatura relativamente baja de 76°C . Casi no hay piezas móviles, y se pueden emplear planchas inclinadas semejantes para enfriar los granos y retardar la reacción de cocción.

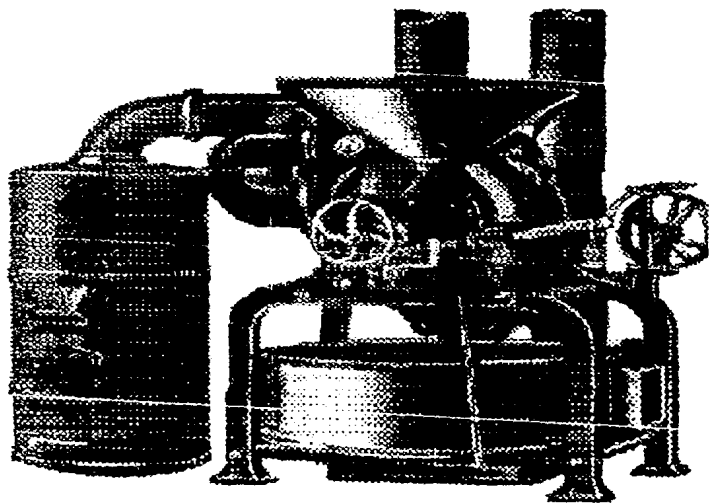


Figura 12. Tostador de semillas, de aire caliente a contra flujo semicontinuo

El tostador continuo es una combinación de tostador, quebrantadora y aeradora que tiene buenas características. Está diseñado para evitar el chamuscamiento y el calentamiento excesivo; los granos se calientan con aire caliente y se retienen en una tolva (en la que se efectúan reacciones de cocción y cura), son sacados continuamente de la tolva y transportados por aire a un compartimiento quebrantador, donde son lanzados contra una plancha de metal que los parte, y luego son trasladados a un aparato donde se hace limpieza final. Esta clase de tostador se presta a diversas modificaciones para obtener casi cualquier grado de tostadura que se desee, y produce grandes masas de granos tostados uniformemente.

Existe un tostador denominado "Tostador de Plews", que sirve para reventar los granos en forma parecida al arroz y el trigo inflados. Sin embargo, la cascarilla ofrece alguna dificultad pues también se bufa. Se calientan los granos a temperatura mucho mayor que el intervalo usual, en un comportamiento a presión mayor que la atmosférica. Al reducirse la presión se produce una explosión leve dentro del grano, que lo desintegra y rompe la cascarilla, y a menudo la expulsa del grano. Con este proceso se obtiene un grano limpio que se muele con facilidad y tiene la ventaja de ablandar del cacao hasta una consistencia tan friable como la del propio grano.

Algunas fábricas de Inglaterra y Alemania emplean un método de tostación que comprende el tratamiento a vapor de los granos crudos, la retención de estos por espacio de 1 a 6 horas a temperatura de 93-102°C. después de lo cual se expulsa lentamente la humedad por medio de tostadores a fuego directo o haciendo circular vapor sobrecalentado por la doble cubierta del cilindro. La mayor parte de los granos tratados de esta manera se utilizan para hacer chocolate dulce. El sabor delicado se desarrolla por medio de la aereación y el tratamiento con calor en la estufa.

Se conocen tostadores radiantes que surten buen efecto en operaciones intermitentes, pero que tienen poco uso. Recientemente se han hecho ensayos de tostación aplicando principios de calentamiento electrónico, pero aún no se puede predecir su aplicabilidad en el futuro, por más que con la debida regulación térmica y la selección de frecuencias óptimas hay probabilidades de que dé buen resultado. Actualmente los principales inconvenientes

son la poca eficiencia térmica y el alto costo inicial de la maquinaria.

Otro tostador continuo es el que se describe en la patente de Jones-Zenlea, en que se someten los granos húmedos a la acción de aire a temperatura alta ($649-704^{\circ}\text{C}$), por breve tiempo, lo que hace que se dilate y estalle la cáscara. Con este tratamiento el grano sufre la acción del vapor de la humedad natural del grano, y la cáscara se vuelve quebradiza. En el mismo sistema se efectúan el quebrantamiento y la separación de la cascarilla, al mismo tiempo que se hacen la cocción, la limpieza y clasificación. En realidad la tostadura comienza en forma de grano entero y termina en forma de grano quebrantado. De esta manera se puede obtener gran variedad de tostados y grados de deshidratación, con la ventaja de ahorro de grasa y mayor rendimiento de grano aprovechable.

La construcción de los tostadores tiene que ser de tal manera que las semillas no se contaminen por productos de la combustión del combustible usado y previendo el escape de ácidos volátiles, humedad y otros productos de descomposición provenientes de las semillas mismas.

El grado de tostado varía de acuerdo al tipo de cacao y tipo de chocolate y cocoa a preparar.

El tiempo de tostado puede variar de 15 a 70 minutos dependiendo de la maquinaria y tamaño del lote.

El tostado de las semillas para la producción de cocoa en polvo usualmente se emplean temperaturas mayores que para el chocolate ($116-121^{\circ}\text{C} / 240-250^{\circ}\text{F}$), pero para cacao "rojo" especial pueden ser usadas temperaturas más bajas.

Para la producción de chocolate, las temperaturas son más bajas ($99-104^{\circ}\text{C} / 210-220^{\circ}\text{F}$), y el sabor es desarrollado en procesos subsecuentes. La temperatura que será usada, se determina en base al tipo de semilla, asentamiento del sabor y el producto final.

C).- La siguiente etapa es la separación completa del grano de cacao de su envoltura conocida como cáscara. Es pertinente mencionar que el grano de cacao es la parte de mayor valor y que la cáscara es un material de deshecho de un valor muy pequeño.

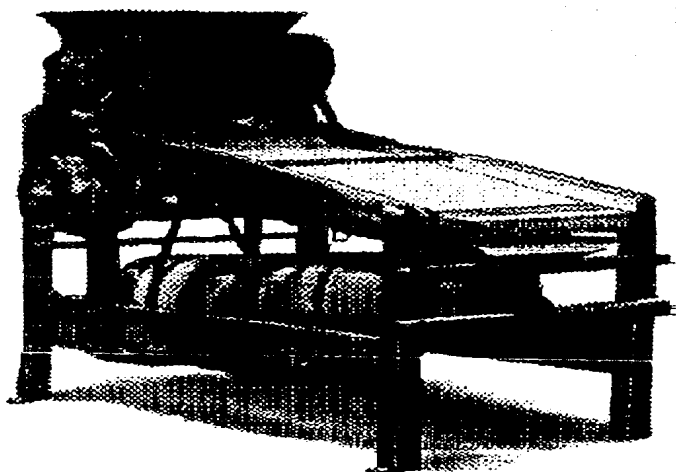


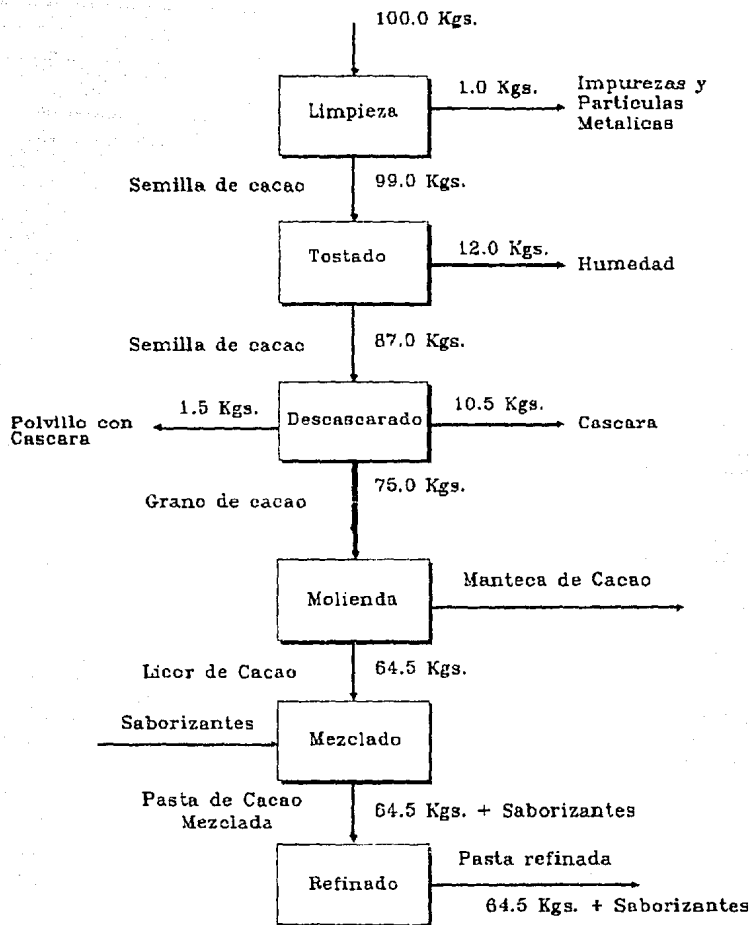
Figura 13. Descascaradora de rodillos, manual

Una típica composición obtenida por separación manual del grano de cacao conteniendo 6.5% de humedad es:

| | % |
|----------|------|
| GRANO | 87.1 |
| CASCARA | 12.0 |
| GERMENES | 0.9 |

La humedad de la cáscara de cacao puede ser 8 a 10% y del grano de cacao 4 a 5%. Después del tostado la humedad llega a reducirse en la cáscara alrededor de 4%, mientras que en el grano de cacao llega a ser de 2.5 a 3%. Teóricamente la producción de grano de

Semilla de cacao



cacao proveniente del tostado de las semillas llega a ser alrededor del 88.5%.

La separación mecánica como tal, raramente alcanza a separar alrededor del 83% y este grano llega a contener del 1.5 a 2% de cáscara. Por estos datos el "grano puro" producido es abajo del 82%.

Las máquinas hacen uso de la combinación de tamizado y extracción de aire. Las antiguas máquinas usaban rodillos engranados para fregmentar las semillas, pero modernas máquinas están armadas con rodillos de "impacto". Estos consisten de dos rodillos hexagonales corriendo en la misma dirección los cuales lanzan las semillas contra los platos metálicos. Máquinas posteriores usaban un tamiz cilíndrico rotatorio con mallas de tamaño decreciente, el flujo de aire en contracorriente hacia una cascada de partículas de grano de diferentes tamaños de partícula. Las máquinas modernas usan un multilecho tamizado construido con mallas de diferentes tamaños una cerca de la otra. Las partículas metálicas son removidas por succión neumática a contracorriente de cada malla. Las mallas se mantienen

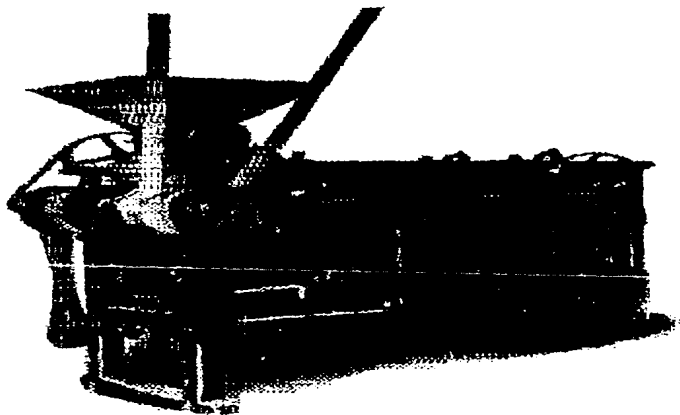


Figura 15. Descascaradora automática de rodillos ajustables, continua

en movimiento vibratorio para mantenerlas libres. El polvo fino es recolectado por un sistema de ciclón. La función de la parte de ventilación, es el de producir dos fracciones básicas; el grano, el cual contendrá el mínimo de cascara y gérmenes, y la cáscara la cual ella misma puede ser dividida en varios grados, los cuales estarán libres de cantidades significativas de grano de cacao.

Es conveniente mencionar que el grano producido convencionalmente, puede contener 1.5 a 2% de cáscara y probablemente una pequeña cantidad de germen. En la manufactura de cocoa superfina, las partículas de cáscara y germen producidas llegan a sedimentarse rápidamente en una bebida. Por ajuste en los juegos de ventiladores o por desviación de grano ordinario rescatado de las primeras caídas, es posible obtener grano con cáscara conteniendo menos del 0.5%.

A continuación se describen algunos tipos de equipo:

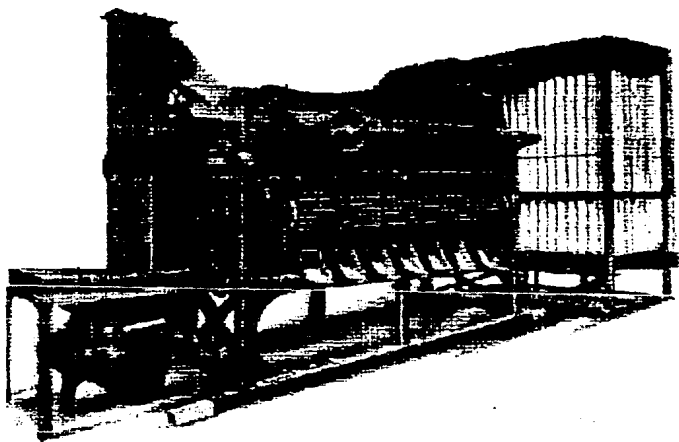


Figura 16. Descascaradora automática, con tubos alreadores a contra flujo

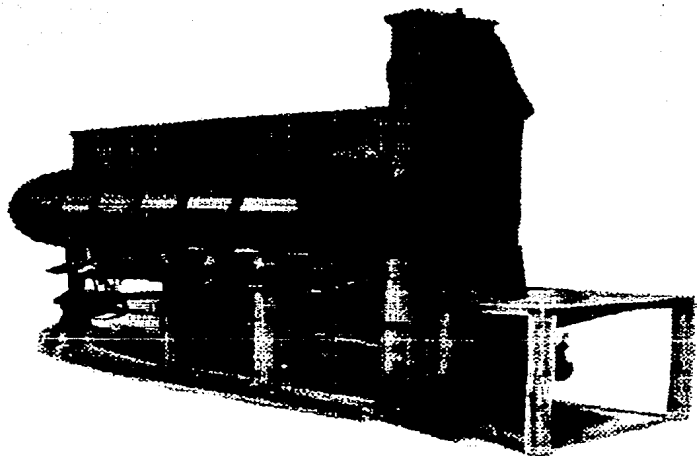


Figura 17. Descascadora de platos engranados

Existen máquinas que lanzan chorros de aire sobre la mezcla de granos quebrantados, en aventadores de diversas clases, construidas de manera que avienten los fragmentos de cascarilla separándolos de los fragmentos de la semilla que son más pesados. Las cribas giratorias, que tienen aberturas graduadas, dejan pasar una mezcla de cascarillas y partículas de grano que caen a un plato inclinado. Una corriente regulada de aire ascendente avienta la cascarilla pero no los fragmentos de cacao. Esta es una de las operaciones más importantes, pues además de su aspecto económico, si no se separa bien la cascarilla, el producto resulta de inferior calidad, se desgastan más las máquinas molidoras del cacao quebrantado y se reduce la eficiencia en la elaboración del chocolate dulce y polvo de cacao.

En algunas máquinas aventadoras hay cribas giratorias o vibratorias que clasifican el cacao mondado y quebrantado y la cascarilla en porciones que se pueden separar fácilmente

y que luego se tratan en planos inclinados con corrientes de aire. El tostador Stephens tiene una criba cilíndrica giratoria dentro de la cual los granos tostados son aventados contra una plancha de impacto por aire a gran velocidad. Después del quebrantamiento, la cascarilla es aventada y expulsada por el extremo más ancho de la criba cónica giratoria y el cacao quebrantado y mondado cae a través de la criba, ya parcialmente limpio. Después se acaba de limpiar este cacao fragmentado al que se quitó la mayor parte de la cascarilla.

En la industria del chocolate se usan separadores electrostáticos similares a los que se emplean para el beneficio de minerales. El principio en que se fundan estos aparatos es la susceptibilidad electrostática de los productos que van a ser separados. Se transmiten cargas electrostáticas a la cascarilla y el grano por contacto con un electrodo giratorio. Al pasar los fragmentos así cargados o caer a través de un campo electrostático de diferente polaridad, los fragmentos de cascarilla y de cacao son repelidos o atraídos de manera selectiva a diversas trayectorias, recogidos en arquetas transportadoras y separadoras del sistema. Estos aparatos aún no han sido perfeccionados lo bastante para su adaptación a la industria del cacao pero sus principios son ideales para operaciones en gran escala.

Se puede efectuar la separación por medio de túneles de viento. Estos aparatos clasifican los granos quebrantados en diversos productos que son relativamente fáciles de separar mediante corrientes reguladas de aire sobre los fragmentos que descienden por gravedad, por lo cual tienen pocas piezas mecánicas móviles. Este principio en forma modificada es una de las características del tostador continuo de Jones-Zenlea.

D).- Para este caso en particular, esta es la última etapa del proceso, y es la que determina la eficiencia del mismo; tanto en utilización de mano de obra, como de calidad. Dicha etapa se le denomina Molienda y Refinación.

El cacao quebrantado o molido es un aglomerado celular que contiene aproximadamente 55% de manteca de cacao encerrada en las células. Cuando se rompen las paredes celulares en el apastamiento o molienda, se hace patente la grasa o manteca, que humedece las partículas celulares fraccionadas. Con la desintegración progresiva queda libre cada vez mayor cantidad de manteca de cacao que sirve de vehículo de las partículas de cacao, y se

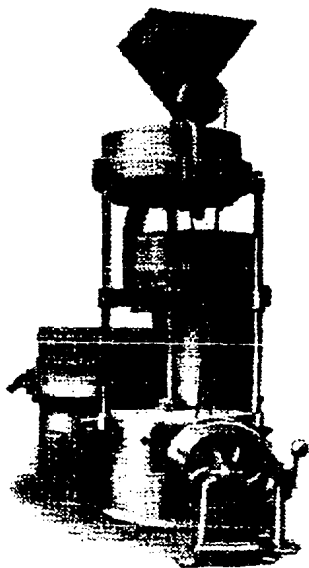


Figura 18. Molino automático de piedras móviles ajustables

forma una pasta cremosa que tiene el color, olor y sabor del chocolate. Conforme se continúa prensando, el tamaño de partícula se reduce, y la pasta llega a ser más y más fluida. En este período es cuando se obtiene el primer producto que tiene las características del chocolate.

Mucha maquinaria se ha producido para la transformación del grano de cacao a licor.

El desarrollo de las máquinas, ha implicado que a lo largo de las líneas de máxima producción se requiera un prensado más fino y por lo tanto menos mantenimiento y más automatización.

Por muchos años las máquinas de prensado consistían de molinos de piedras, con tres pares de discos de piedra horizontales colocadas en línea. Cada par consistía de una piedra

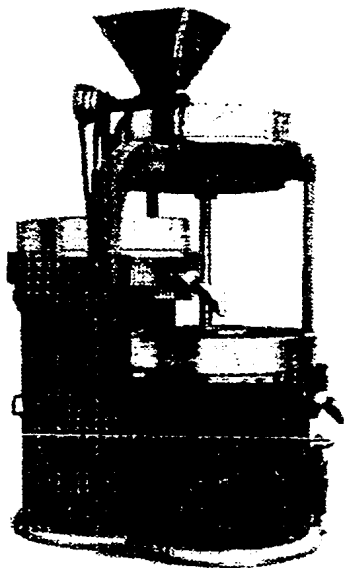


Figura 19. Molino doble de piedras fija y rotatoria

inferior estacionaria y una piedra superior rotatoria, y la distancia entre las piedras controlaba el grado de molienda y la producción.

El grano de cacao era alimentado a el centro de las piedras para su molienda. Posteriormente eran cortadas en las caras de las piedras. Una mejora fue la introducción de piedras *aloxite*, las cuales tendían a gastarse menos. Pero empezaron a introducirse discos de acero acanaiados, y estas máquinas fueron llamadas molinos de licor.

El molino más común es de muelas de piedras redondas, que suele constar de tres partes de muelas dobles. Una muela de cada par es fija y la otra gira en íntimo contacto con ella. Se introducen los fragmentos de cacao por una abertura central, y pasan por trituration,

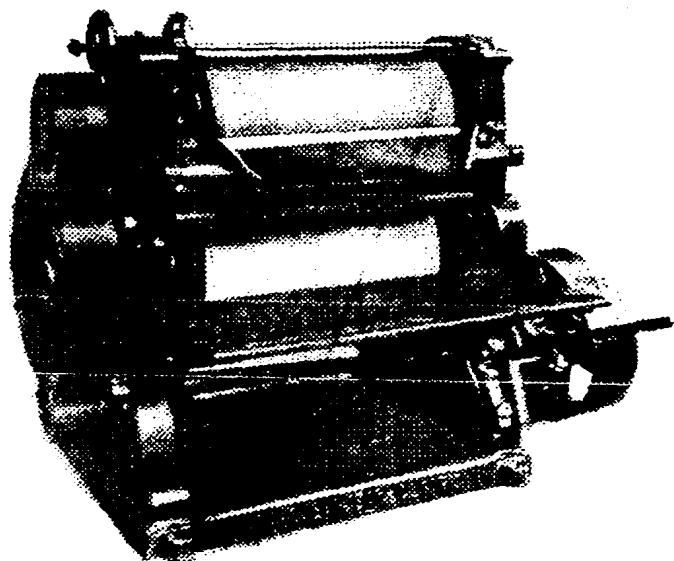


Figura 20. Refinadora sencilla de tres rodillos

entre las dos muelas, al borde externo. La acción de molienda se acrecienta notablemente si las muelas tienen surcos que distribuyen y regulan la alimentación. La finura del molido está en razón inversa de la velocidad de alimentación.

La molienda genera calor considerable. La temperatura inicial del cacao fragmentado, que es de 160 a 200°F (71-93°C), aumenta hasta 190 a 240°F (88-115.5°C) al final de la operación. En muchos casos el líquido caliente que sale del molino es espumoso y desprende humedad y vapores picantes de ácido acético. Si se recogen esos vapores y se condensan, se advierte que son muy ácidos, lo que indica ácido piroleñoso, pero con leve aroma característico del chocolate. En ciertos tipos de molinos de muelas, cuando se genera

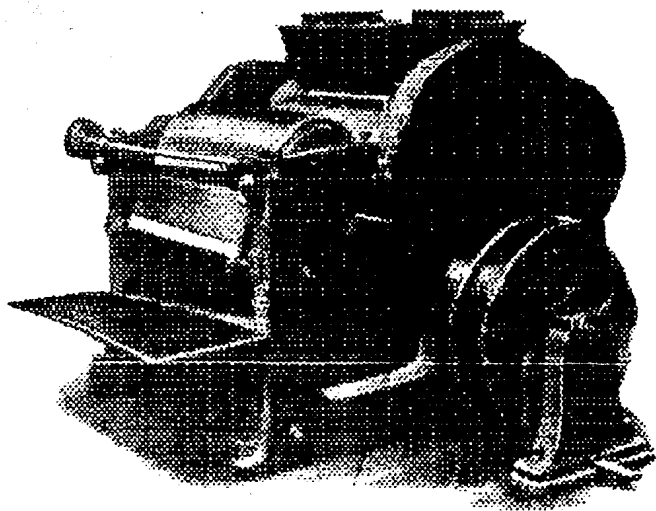


Figura 21. Refinadora horizontal sencilla de dos rodillos

demasiado calor, es necesario enfriar el líquido entre los periodos de molienda. En tal caso se pasa el líquido que sales de un par de muelas sobre planchas refrigeradoras o por un tubo enfriador antes de entrar en el siguiente par, pues de lo contrario puede ser excesiva la temperatura ($115.5-126^{\circ}\text{C}$) cuando se muelen fragmentos de cacao secos y muy tostados. Sin embargo, el cacao ligeramente tostado, que contiene bastante humedad, es correoso y difícil de moler, aunque se puede licuar, su molienda es más lenta. El calor generado por el frote en los molinos de muelas a menudo frustra la finalidad del tostado ligero y en tal caso sirven los molinos refinadores de rodillos, enfriados con agua. Regulando la alimentación y la temperatura del líquido que sale.

Los modelos primitivos tenían dos molinos con discos verticales, el primero una "quebrantadora", alimentada con grano de cacao, el segundo un "refinador" el cual producía el licor fino. Cada molino tenía un disco de acero fijo y otro rotatorio, la ranura entre ellos era ajustada para dar el producto y el terminado.

Se han propuesto muchos tipos de molinos, entre ellos el disco de Bausman, el molino de muelas dobles, triples y cuádruples, los pulverizadores por impacto del tipo de molino de martillos, y el molino coloidal del tipo de dispersión por cortadura. En muchas fábricas europeas y en algunas de los E.E.U.U. hay tres tipos especiales de molinos de rodillos para

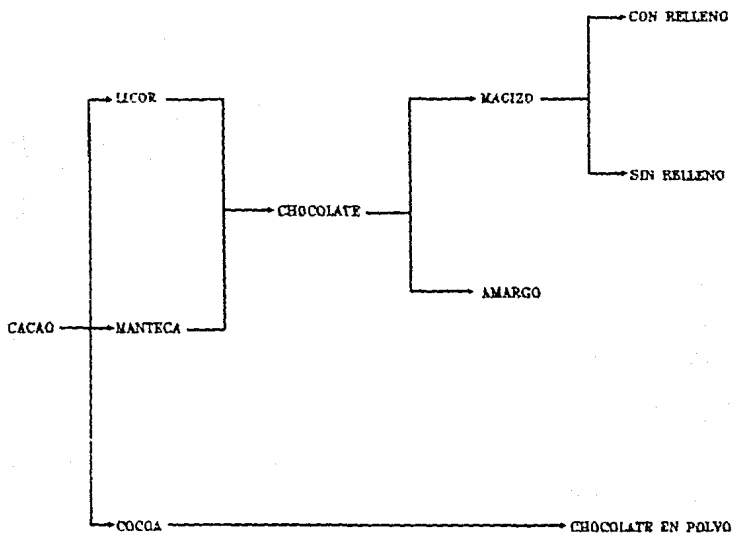


Figura 22. Productos obtenidos durante el proceso de cacao

refinar la pasta de cacao, que tienen entre cuatro a ocho cilindros de acero. Con frecuencia se usan dos molinos en serie: el primero es de alimentación de la pasta (cacao licuado) y el segundo completa la molienda y refina el producto. También es posible disponer de dos o más molinos refinadores de rodillos en serie, de tal manera que aumente progresivamente la finura. Se pueden usar otras combinaciones de diversos tipos.

Un modelo posterior tenía dos molinos verticales cada uno con dos platos fijos y un disco rotatorio, ambas aberturas eran ajustables.

Modernos molinos de licor están equipados con "piedras" horizontales o discos de acero en línea de tres. Empezando con el grano de cacao, este es alimentado al centro del molino alto y en parte el licor molido arrojado desde la periferia de los discos es dirigida al centro del segundo molino. La operación es repetida en la tercera etapa. Estos molinos son capaces de una regulación muy fina y de tener producciones alrededor de 500 a 1 200 kgs por hora, dependiendo del tamaño de partícula requerida.

Varios métodos de refinado en rodillos también fueron desarrollados y estas máquinas consistían de rodillos "quebrantadores" acanalados o discos de molino, los cuales transforman el grano de cacao en una ordinaria pasta y esta era entonces alimentada a los rodillos de las refinadoras. Este método de refinación es más difícil de controlar si el licor fino y altas producciones son requeridas, el mantenimiento del rodillo puede llegar a ser un problema.

Otro método de molienda es el uso de micropulverizadores, máquinas con martillos a altas velocidades, estos pueden ser usados como la primera etapa precedente a la molienda o, por el uso de separadores, puede producirse directamente licor de un tamaño de partícula muy fino, cualquier partícula grande estará siendo retornada para molerse otra vez. Los martillos del molino continuamente, se les hace pasar aire frío para mantener al grano de cacao en estado sólido para así ayudar a la molienda.

Un reciente desarrollo en molinos de licor, es una máquina la cual puede ser descrita como un molino de bolas vertical. La base del sistema consiste en un cilindro largo que contiene un rotor y bolas de acero especialmente moldeadas o de un tipo de cerámica. Dichas bolas tienen un diámetro que fluctúa de 2-8 mm.

El grano de cacao para ser una pasta móvil la cual se bombea a lo largo del cilindro. A lo largo de su recorrido se sujeta a la acción de molienda por el conjunto de bolas en rápido movimiento por la rotación del eje de los discos agitadores. Hay una progresiva reducción en el tamaño de partícula, el licor atraviesa el cilindro y en la parte alta se separa por medio de la molienda por medio de una mampara o anillos,

Productos derivados del proceso de cacao

Existen 7 tipos de productos; chocolate macizo relleno, chocolate amargo, chocolate en polvo, manteca y licor de cacao y cocoa. La cascarilla y polvillo de cacao se les considera como subproducto del proceso. En la figura 22 se muestran los productos obtenidos del proceso.

Como puede observarse, los productos se obtienen en diferentes etapas del proceso. En la primera etapa se obtienen cocoa, licor y manteca de cacao; que son materias primas para la elaboración de chocolates en algunas compañías. Estas no procesan el cacao desde el principio, por lo que compran a otras estos materiales, para así procesarlos con saborizantes y obtener sus productos que hay en el mercado. Estas últimas no son de interés por el momento, ya que el estudio del proceso está limitado, hasta la obtención de licor de cacao, y la sección de "conchado" y de moldeo no serán estudiadas.

| AREA DE PROCESO | EQUIPO Y FUNCION |
|-----------------|--|
| Limpieza | Conjunto de Tamices provistos de mallas de diferente tamaño, electroimanes y extractores de aire. |
| Tostado | Tostadores de semilla por medio de radiación. De flujo continuo y tostado uniforme de las semillas y sabor agradable. |
| Descascarado | Descascaradoras de rodillos ajustables y equipados con extractores de aire con una separación eficiente de la cascara de cacao |
| Molido | Molinos de rodillos ajustables, y de martillos inyectados con vapor. |
| Refinado | Refinadoras con rodillos estriados ajustables inyectados con vapor. |

Tabla 2. Tabla resumen del proceso de transformación de semillas de cacao

CAPITULO III

Estudio del Mercado

Tipo de Productos que existen en el mercado

Como ya se sabe, existen 7 tipos de productos derivados del proceso de cacao. Pero en el mercado solo se comercializa comunmente con 4 tipos, que son: chocolate macizo con y sin relleno, chocolate amargo (o de mesa), y chocolate en polvo. los cuales son presentados en forma muy variada. Para este estudio no interesa dicha variedad, por lo que se tomará en forma global a todos los productos ya antes mencionados, que como se indicó son sólo 4 tipos de chocolate.

En una investigación en el mercado, se recopiló información para hacer una clasificación de compañías, referente a quiénes tenían más productos en el mercado. Cabe hacer una aclaración; no siempre las empresas que tienen más productos en el mercado forzosamente son las que más cacao consumen, pues estas empresas, muchas veces compran licor y manteca de cacao y cocoa a empresas que procesan al cacao. En la tabla 3 se enlistan; las empresas, el tipo de chocolate que elaboran y su presentación. El orden en que están nos indica en forma decreciente el liderazgo en el ramo del chocolate. Como se puede ver la empresa que tiene el liderazgo es la Fca. de Chocolates La Azteca, la cual presenta una amplia variedad de chocolates, esta variedad se debe principalmente a su muy eficiente tecnología que ha desarrollado en beneficio de sus consumidores; en segundo lugar tenemos a Chocolates Turín y en tercero está Cía. Nestle y Nal. de Dulces y Chocolates. Por lo tanto se puede concluir que en el mercado mexicano se cuenta con una gran variedad de chocolates, y también que el mercado del giro de chocolate cuenta con una variedad, considerable, de procesadores de cacao y manufacturadores de licor de cacao. El estudio de mercado se abocó a los grandes procesadores de cacao y manufacturadores de licor de cacao, porqué el nivel de competitividad que Procesadora de cacao "Aztecas" S.A. de C.V. quiere lograr es a la altura de: Fabrica de Chocolates La Azteca S.A. de C.V., Chocolates Turín, Compañía Nestle y, Nacional de Dulces y Chocolates. Para lograrlo se tiene que alcanzar el

PRODUCTOS QUE EXISTEN EN EL MERCADO

| COMPANIA | PRODUCTO | PRESENTACION |
|---------------------------------|-----------------------|--------------|
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Relleno | 90 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Relleno | 94 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Relleno | 98 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Macizo | 78 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Macizo | 80 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Macizo | 94 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Macizo | 98 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Macizo | 114 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Macizo | 135 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Semi-Amargo | 370 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Amargo | 300 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Amargo | 350 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate Amargo | 540 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate en Polvo | 20 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate en Polvo | 250 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate en Polvo | 400 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate en Polvo | 800 grs. |
| Fca. de Chocolates La Azteca | Chocolate en Polvo | 1,500 grs. |
| Chocolates Turin, S.A. de C.V. | Chocolate Relleno | 70 grs. |
| Chocolates Turin, S.A. de C.V. | Chocolate Relleno | 120 grs. |
| Chocolates Turin, S.A. de C.V. | Chocolate Macizo | 120 grs. |
| Chocolates Turin, S.A. de C.V. | Chocolate Macizo | 150 grs. |
| Chocolates Turin, S.A. de C.V. | Chocolate Amargo | 120 grs. |
| Chocolates Turin, S.A. de C.V. | Chocolate Amargo | 150 grs. |
| Compania Nestle S.A. de C.V. | Chocolate en Polvo | 250 grs. |
| Compania Nestle S.A. de C.V. | Chocolate en Polvo | 800 grs. |
| Compania Nestle S.A. de C.V. | Chocolate en Polvo | 2,000 grs. |
| Compania Nestle S.A. de C.V. | Chocolate Amargo | 250 grs. |
| Nacional de Dulces y Chocolates | Chocolate Relleno | 25 grs. |
| Nacional de Dulces y Chocolates | Chocolate Relleno | 100 grs. |
| Nacional de Dulces y Chocolates | Chocolate Macizo | 225 grs. |
| Nacional de Dulces y Chocolates | Chocolate Macizo | 450 grs. |
| La Corona, S.A. de C.V. | Chocolate Macizo | 70 grs. |
| La Corona, S.A. de C.V. | Chocolate Macizo | 120 grs. |
| La Corona, S.A. de C.V. | Chocolate Macizo | 150 grs. |
| Cia. Dulcera Lady Baltimore | Chocolate Macizo | 70 grs. |
| Cia. Dulcera Lady Baltimore | Chocolate Macizo | 80 grs. |
| Cia. Dulcera Lady Baltimore | Chocolate Macizo | 100 grs. |
| Richardson Vicks, S.A. de C.V. | Chocolate en Polvo | 400 grs. |
| Richardson Vicks, S.A. de C.V. | Chocolate en Polvo | 800 grs. |
| Richardson Vicks, S.A. de C.V. | Chocolate en Polvo | 2,000 grs. |

Tabla 3. Tabla de variedad y presentación de productos de la industria del cacao

nivel de tecnología y de control de calidad que han logrado estas cuatro compañías.

Descripción de las Compañías procesadores de cacao

En la actualidad existen varias Compañías procesadores de cacao, como puede verse en la tabla 4. El principal procesador coincide con el líder en colocación de productos en el mercado que es, Fca. de Chocolates La Azteca; en segundo lugar se encuentra Chocolatera Jalisco; en tercer y cuarto, Cia. Nestle y La Corona respectivamente. En esta misma tabla se da su consumo promedio durante el decenio 1980-1990.

En la figura 4 se puede observar el consumo de las dos principales compañías procesadoras de cacao, así como el total del consumo nacional. Y en la figura 24 la contribución de los dos principales consumidores de cacao al consumo nacional. Con esto podemos tener una visión del mercado del cacao, puesto que la competencia en calidad de producto es muy alta.

| Principales Consumidores de Cacao a nivel nacional | |
|---|------------------|
| Razon Social | Consumo Promedio |
| PCA. DE CHOCOLATES LA AZTECA, S.A. DE C.V. | 9,000 TONS. |
| CHOCOLATERA DE JALISCO, S.A. DE C.V. | 3,000 TONS. |
| COCOAS Y CHOCOLATES LA CORONA, S.A. DE C.V. | 2,000 TONS. |
| COMPANIA NESTLE, S.A. DE C.V. | 1,600 TONS. |
| DULCES Y CHOCOLATES RICOLINO, S.A. DE C.V. | 1,200 TONS. |
| TRANSFORMADORA DE CACAO, S.A. DE C.V. | 900 TONS. |
| SANBORNS HERMANOS, S.A. | 600 TONS. |

Periodo de 1980 a 1990

Tabla 4. Compañías procesadores de cacao a nivel nacional

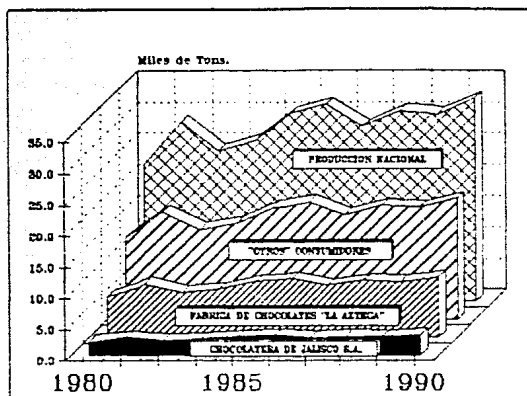


Figura 23. Consumo nacional de cacao por ciclos agrícolas

| Ciclo Agrícola | Consumo Nacional | Chocolates La Azteca | Chocolatera Jalisco | "Otros" Consumidores |
|-------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| 80 - 81 | 22,000 | 6,600 | 2,200 | 13,200 |
| 81 - 82 | 23,800 | 6,640 | 2,060 | 17,260 |
| 82 - 83 | 24,200 | 7,260 | 2,420 | 14,520 |
| 83 - 84 | 25,600 | 7,770 | 2,590 | 15,640 |
| 84 - 85 | 30,100 | 9,030 | 3,010 | 18,060 |
| 85 - 86 | 31,500 | 9,450 | 3,150 | 18,900 |
| 86 - 87 | 28,000 | 8,400 | 2,800 | 16,800 |
| 87 - 88 | 30,500 | 9,150 | 3,050 | 18,300 |
| 88 - 89 | 29,000 | 8,600 | 2,900 | 18,000 |
| 89 - 90 | 32,500 | 9,750 | 3,250 | 19,500 |

Unidades: Toneladas

Tabla 5. Consumos de cacao anuales por compañía

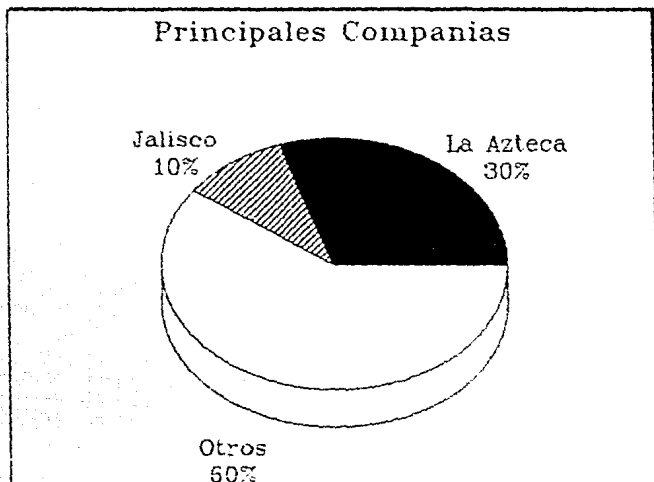


Figura 24. Contribución al consumo nacional de cacao

Procesadora de Cacao Aztecas S.A. de C.V. se encuentra en el área de "otros" consumidores ya que su consumo anual promedio, durante el decenio de 1980 a 1990 fué de 1,500 toneladas de cacao.

Consumo actual

El reto a vencer de los productores de cacao, es el de la productividad, lo que significa obtener más kilogramos de cacao por hectárea cultivada. Actualmente el promedio de rendimiento oscila alrededor de los 750 kilogramos por hectárea, rendimientos con los que se mantienen condiciones de subsistencia que no permiten elevar el nivel de vida de los productores.

A mediados del año de 1989, en los Foros de Consulta Cacaoteros realizados en Tabasco, se llegaron a conclusiones muy concretas en aspectos relacionados con: A) El cultivo y producción; B) Comercialización, Industrialización y Financiamiento; C) Organización

| Contribucion de Tabasco a la Produccion Nacional | | | |
|--|----------------------|-------------------------|---------------------|
| Ciclo Agricola | Prod. Nal. (Kgs.) | Prod. Tabasco (Kgs.) | Contribucion (%) |
| 84 - 85 | 42'100,000 | 34'053,738 | 80.80 |
| 85 - 86 | 43'000,000 | 30'310,409 | 70.40 |
| 86 - 87 | 38'000,000 | 30'434,702 | 78.00 |
| 87 - 88 | 44'000,000 | 39'031,056 | 88.80 |
| 88 - 89 | 42'000,000 | 32'592,043 | 77.50 |

| Produccion de cacao por tipos de semillas Ciclo Agricola 88 - 89 (Kgs.) | |
|--|-------------------|
| Fermentado | 21'069,833 |
| Beneficiado | 8'045,319 |
| Lavado | 5'456,691 |
| Total | 32'592,043 |

Tabla 6. Contribución a la producción nacional y por tipo de semilla

Interna y Servicios Sociales al Productor. Estos foros condujeron a elaborar un plan de trabajo con acciones conducentes a reorientar los trabajos de apoyo a la Unión Nacional de Productores de Cacao (UNPC). De los trabajos se dedujo, y así lo muestran las estadísticas, que la producción de cacao en Tabasco en los últimos ciclos presenta fluctuaciones debido a varios factores, entre ellos: los combustibles, la edad avanzada de alrededor del 20 % de las plantaciones, decadencia de arboles de sombra, falta de material genético de alto potencial productivo y, sobre todo, la reducción del manejo agronómico como consecuencia de los problemas del mercado (precios bajos) y los incrementos de los costos (precios de

insumos).

A esto obedece que como respuesta inmediata a los problemas que vive actualmente el Sector Cacaotero en Tabasco, se formó un Comité Técnico Interinstitucional en el que

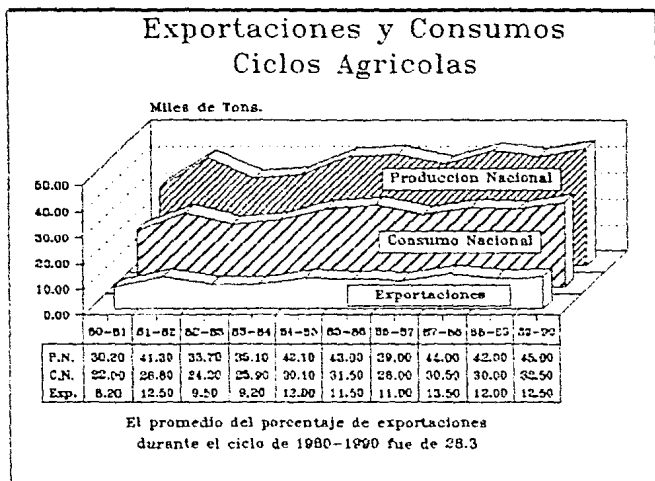


Figura 25. Comparativo y desglose de la producción nacional

participa la propia UNPC y dependencias relacionadas directamente con el sector cacaotero, como la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la Secretaría del Desarrollo del Gobierno del Estado, la Comisión Nacional del Cacao y diversos Centros de Investigación, entre ellos el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Lo anterior tiene por objetivo analizar la problemática, implementar acciones y evaluar resultados.

La producción de cacao en el estado de Tabasco con respecto a la producción nacional,

**Producciones y Consumos Nacionales
y Exportaciones de semillas de cacao**

| Ciclo Agrícola | Producción Nacional | Exporta - ciones | Consumo Nacional | Participación Export. (%) |
|-------------------|------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|
| 80 - 81 | 30'200,000 | 8'200,000 | 22'000,000 | 27.2 |
| 81 - 82 | 41'300,000 | 12'500,000 | 28,800,000 | 30.3 |
| 82 - 83 | 33'700,000 | 9'500,000 | 24,200,000 | 28.2 |
| 83 - 84 | 35'100,000 | 9'200,000 | 25,900,000 | 26.2 |
| 84 - 85 | 42'100,000 | 12'000,000 | 30,100,000 | 28.5 |
| 85 - 86 | 43'000,000 | 11'500,000 | 31,500,000 | 26.7 |
| 86 - 87 | 39'000,000 | 11'000,000 | 28,000,000 | 28.2 |
| 87 - 88 | 44'000,000 | 13'500,000 | 30,500,000 | 30.7 |
| 88 - 89 | 42'000,000 | 12'000,000 | 30,000,000 | 28.6 |
| 89 - 90 | 45'000,000 | 12'500,000 | 32,500,000 | 27.7 |
| T O T A L | 395'400,000 | 111'900,000 | 283'500,000 | 28.3 |

Unidades: Elogramos

Tabla 7. Desglose de la producción nacional en consumo y exportación

que comprende desde el ciclo 84 - 85 hasta 88 - 89 fue de 166'401,948 kilogramos de cacao que representa el 79.20 % del volumen total producido por México en los últimos 5 ciclos de la década de los 80's. Sin embargo, la producción de Tabasco ha representado un rendimiento promedio de 768 kg/ha a 929 kg/ha. En el ciclo 88-89, se registró un descenso de la producción con respecto al ciclo anterior (ver tabla 6) ocasionado por la problemática (precios bajos vs. costos elevados) del sector.

En la figura 25 se muestra el desglose de la producción nacional el consumo nacional y las exportaciones, en la cual indica el consumo nacional real de cacao. Observando la tabla 7 se puede acotar que el consumo promedio durante el decenio de 1980 a 1990 fue de 28,350 toneladas.

En la figura 27 se muestra la participación en la producción por tipo de grano. De la

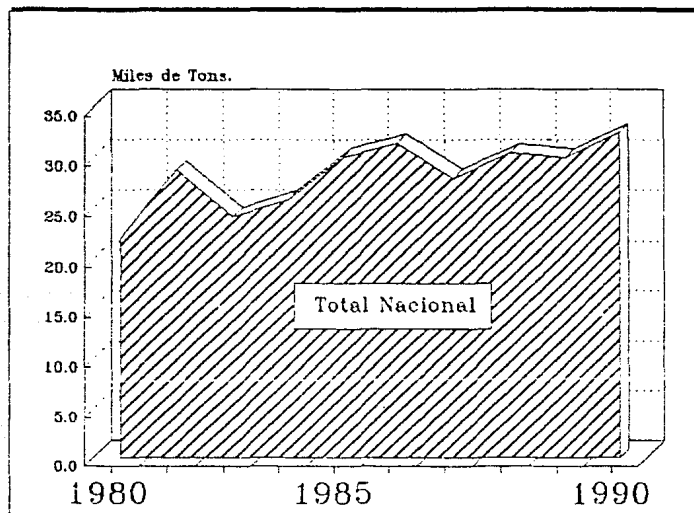


Figura 26. Consumo nacional por ciclos agrícolas

cual se puede decir que el grano del tipo llamado fermentado representa la mayor parte. Esto es por que dentro el sector cacaoero, los productores tabasqueños han aprovechado la estructura organizacional que poseen para desarrollar agroindustrias propias que les permiten por un lado, tratar su producción mediante procesos de fermentación y secado que otorguen al grano las características organolépticas, bacteriológicas y físicas requeridas en los mercados nacionales e internacionales; y por otro, industrializar parte de su cacao para la obtención y comercialización de productos derivados, semielaborados y terminados. Los esfuerzos realizados en estos renglones se están redoblando día a día a fin de alcanzar mayores volúmenes de grano tratado e industrializado.

Para fermentar el grano, la organización cuenta con un sistema de 40 plantas

beneficiadoras con capacidad total de procesamiento de 24,000 toneladas, localizadas en las cercanías de las asociaciones y receptoras establecidas en las zonas productoras. En ellas se tratan básicamente dos tipos de cacao, el fermentado y beneficiado (o semifermentado). En dichas plantas se a llegado ha procesar el 83.3 % de la producción total, obteniéndose para su comercialización un volumen de 21,089 toneladas de cacao fermentado y 6,045 toneladas de beneficiado. El cacao restante no recibió tratamiento en las plantas beneficiadoras y se

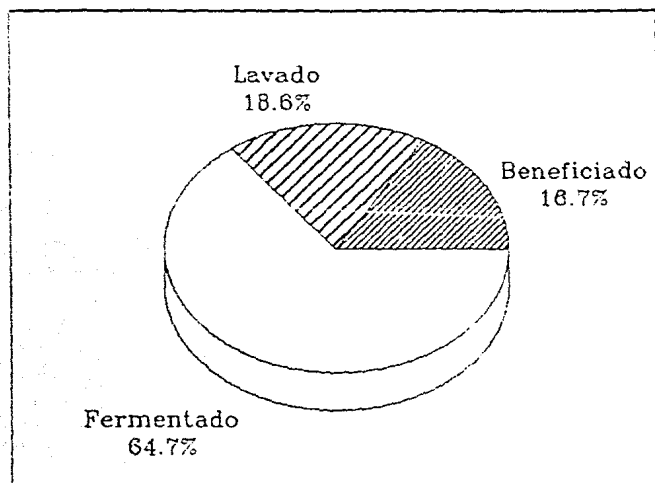


Figura 27. Producciones de cacao por tipo de semilla

comercializó como grano lavado secado al sol.

Cabe destacar que la UNPC a fin de controlar aún más la calidad del grano y de los procesos de fermentación, implantó un programa para cuidar que el grano comercializado y los subproductos que de él se obtienen cumplan las normas de calidad internacionales y

mexicanas establecidas. Así mismo y con el objeto de asegurar el beneficio del mayor volumen de grano, realiza de manera permanente acciones de mantenimiento preventivo y correctivo en las instalaciones de las plantas beneficiadoras existentes.

Como se ha podido observar en la tabla 1 la producción de cacao en México representa el 1.66 % de la producción mundial, lo cual lo coloca en el décimo lugar de productores de cacao. Así mismo en la figura 5 se muestra que la producción de América Latina representa el 30 % aproximadamente y los demás países representa el 70 %, de la producción mundial.

Por lo tanto, aún a pesar de los problemas en Tabasco, la producción puede llegar a ser mayor, con las acciones tomadas por parte de la UNPC y el sector cacaotero del estado.

Consumo Futuro

Para realizar una proyección de demanda o producción, se requiere de hacer uso de técnicas de presupuestación; éstas surgen debido a la necesidad de establecer un plan de producción, que estipule los requerimientos, de dicho plan. Para esto se requiere una demanda que sirva de base para el plan. Ya realizado un presupuesto o demanda, se pueden realizar planes para los requerimientos de mano de obra y materiales, las capacidades, etc.

Dos enfoques pueden ser usados para desarrollar un presupuesto. Un enfoque es de tipo estadístico, que involucra un análisis cuantitativo, y el otro enfoque es subjetivo ó basado en nuestro juicio, el cual está basado en opiniones. El enfoque estadístico se basa en el pasado histórico, que es un indicativo que se tiene para el futuro y usa los datos pasados para estimar una demanda. El enfoque subjetivo se desarrolla con estimados de vendedores, con correlaciones que se tengan con el mercado de nuestro producto, de acuerdo a los envases tecnológicos que se registren y de acuerdo a un consenso general.

En la práctica ambos métodos se usan en conjunto, de tal forma que un presupuesto puede ser desarrollado con técnicas que son de tipo estadístico, pero éste puede ser modificado por la influencia de otros factores que pueden causar desviaciones a las trayectorias de tipo histórico, o de tal forma un presupuesto puede ser realizado con enfoque

subjetivo y modificado con el análisis estadístico.

Los métodos de presupuestación más comunes son: el de promedio móvil, el de regresión lineal o análisis por regresión y el de aproximación exponencial. Debemos mencionar que existen técnicas de presupuestación más complejas como la simulación de Monte Carlo, análisis por series, etc. Consideraremos las primeras ya que las conclusiones que podemos obtener son satisfactorias, para el desarrollo del presente trabajo.

En la mayoría de la demanda observada para los diferentes productos o servicios, ésta se puede dividir en seis componentes: el promedio de la demanda para el periodo, la tendencia, la influencia debida a las diferentes épocas del año, los elementos cíclicos, la variación Random y la autocorrelación.

De lo antes señalado, los factores cíclicos son más difíciles de determinar, debido al lapso de tiempo que no se puede fijar entre sus diferentes apariciones, o también a las causas del ciclo que muchas veces son totalmente desconocidas. la influencia cíclica en la demanda puede ser debida a situaciones como elecciones políticas, guerra, condiciones económicas o presiones sociológicas. Las desviaciones Random son causadas por la variación natural de la oportunidad.

El promedio simple móvil se recomienda ampliamente cuando la demanda para un producto no tiene un crecimiento muy rápido. El promedio móvil puede ser empleado para minimizar las fluctuaciones Random para un presupuesto. Se requiere de información sobre la demanda pasada, y básicamente consiste en la realización de un promedio para un periodo de tiempo establecido, dejando de considerar para realizar el siguiente promedio, un período de tiempo establecido; es decir, consideremos el siguiente ejemplo: queremos realizar un presupuesto para el mes de junio y contamos con datos de los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, de aquí sí nuestra base de tiempo para el promedio es de cinco meses, el presupuesto para junio será el promedio de los meses antes señalados, ahora si lo queremos para el mes de julio, tendremos que deshechar el mes de enero y considerar el promedio de los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio, y así sucesivamente.

El análisis por regresión lineal, se basa en calcular la ecuación de una curva para una

serie de puntos dispersos sobre una gráfica, curva que se considera el mejor ajuste, entendiéndose por tal, cuando la suma algebraica de las desviaciones de los valores individuales respecto a la media es cero y cuando la suma del cuadrado de las desviaciones de los puntos individuales respecto a la media es mínima.

Cuando la tendencia del fenómeno es claramente no lineal, se puede hacer uso de ecuaciones que se adapten al fenómeno. Los principales tipos de ecuaciones no lineales son: la parabólica, definida por una ecuación clásica de parábola.

$$y = a + bX + cX^2 \quad \dots (1)$$

Y la exponencial, definida también por una ecuación de tendencia exponencial o semilogarítmica.

$$Y = ab^X \quad \dots (2)$$

Para hacer pronósticos con las ecuaciones obtenidas consideradas como curvas de mejor ajuste, simplemente se asignan valores futuros a la variable independiente X (el tiempo), y por medio de la ecuación se calcula el valor correspondiente de la variable dependiente Y, por ejemplo, la demanda, la oferta o los precios.

De los patrones básicos de la tendencia de los fenómenos, el más común es, sin duda, el secular, al menos en cuanto a oferta y demanda se refiere. La variación estacional se da en periodos menores de un año (lluvias, frío, juguetes, artículos escolares, etc.) y como los datos de tendencias, se analiza en periodos anuales; variaciones en períodos menores a un año no afectan el análisis. Las fluctuaciones cíclicas se producen, por el contrario, en períodos mucho mayores de un año; por ejemplo, las recesiones económicas mundiales se dan aproximadamente cada 50 años; y como los análisis de tendencias de oferta y demanda, se analizan en los próximos diez años. Estas fluctuaciones cíclicas no afectan el análisis. Por último, los movimientos irregulares en la economía son aleatorios y, por tanto, difíciles de predecir.

Por lo anterior, parece claro que en el análisis de tendencias seculares se podrá usar, en la mayoría de los casos, el método de mínimos cuadrados, esperando una tendencia cercana a una recta.

Al tratar de encontrar la relación que existe entre el tiempo y la demanda, el tiempo es totalmente independiente de cualquier situación; por tanto, éste será variable independiente, y la demanda será la variable dependiente del tiempo. El tiempo siempre se grafica en el eje X, y la variable dependiente, demanda en este caso, en el eje Y. Para darse una idea de la posible relación entre ambas, primero es necesario tener cierta cantidad de pares de puntos (tiempo-demanda), que son los obtenidos de fuentes secundarias.

Se grafican los pares de datos y a simple vista puede ser difícil decir si los puntos graficados se asemejan a una línea. Si los puntos estuvieran más o menos ajustados a una línea recta, el siguiente paso para encontrar una relación entre ambas sería "ajustar" esos puntos para que realmente se comportaran como una línea recta. Se puede preguntar aquí ¿qué es un buen ajuste? La respuesta es: aquel que haga el error total lo más pequeño posible. Un error se puede definir como la distancia vertical del valor observado de la variable dependiente (demanda Y_i) hacia el valor ajustado de la propia demanda Y'_i

$$\text{error} = (Y_i - Y'_i) \quad \dots (3)$$

El error puede ser positivo o negativo, según esté arriba o abajo de la línea de ajuste, y un primer criterio para considerar que un ajuste es bueno, es la línea que reduzca la suma de todos los errores.

n

$$\sum (Y_i - Y'_i) \quad \dots (4)$$

i = 1

Como hay valores positivos y negativos, la decisión de que valor es correcto considerar se resuelve tomando el valor absoluto de los errores. Para superar los errores de signo y

subrayar los grandes errores para eliminarlos, se usa el criterio de reducir las sumas del cuadrado de los errores, que el criterio de mínimos cuadrados.

$$(Y_i - Y'_i)^2 \quad \dots (5)$$

Como se supone que los pares de puntos ajustados se asemejan a una recta, la ecuación de ésta es

$$Y = a + bX \quad \dots (6)$$

De aquí se seleccionan los valores de a y b que satisfacen el criterio de mínimos cuadrados.

$$Y_i = a + bX_i \quad \dots (7)$$

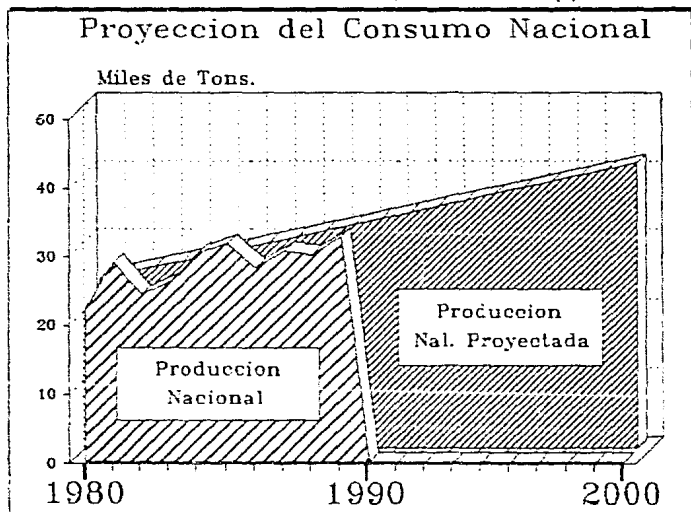


Figura 28. Proyección del consumo nacional hasta el año 2000

donde:

a = Desviación al origen de la recta

b = Pendiente de la recta

X_i = Valor dado de la variable X, el tiempo

Y_i = Valor dado de la variable Y, demanda

$$\begin{aligned} \sum X &= 45 \\ \sum X^2 &= 285 \\ \sum Y &= 283.5 \\ \sum Y^2 &= 8,122.9 \\ \sum X Y &= 1,346.8 \\ n &= 10 \\ r &= 0.8092 \\ r^2 &= 0.6549 \\ S_{xy} &= 8.225 \end{aligned}$$

Tabla 8. Datos para el cálculo de los parámetros de la regresión lineal.

El análisis de regresión muestra *como* se relacionan las variables mientras que el análisis de correlación muestra el *grado* en el que esas variables se relacionan. En el análisis de regresión se calcula un función matemática completa (la ecuación de regresión); el análisis de correlación simple produce un solo número, un índice diseñado para dar una idea inmediata de qué tan cerca se mueven juntas las dos variables. Dicho índice se conoce como

coeficiente de correlación r que muestra el grado en el cual se relacionan X y Y (tiempo y demanda), si la correlación es perfecta y se ajusta a una línea recta $r=1$, esto indica que a una variación determinada de X (tiempo) corresponden exactamente una variación proporcional sobre Y (demanda). Si no existe correlación $r=0$. Si están perfecta pero inversamente relacionadas $r=-1$.

Aquí surge un problema de apreciación. Los fenómenos sociales o económicos (relación tiempo-demanda) pertenecen a los llamados "sistemas ligeros", donde nunca habrá correlaciones perfectas ($r = +1$ o $r = -1$). Entonces si el investigador de mercados encuentra un valor de, por ejemplo, $r = 0.7$, esto implica que cada variación de 1 en la variable independiente corresponde una variación en la variable dependiente (demanda) de solo 0.7; dado que se está trabajando con sistemas reales donde únicamente pueden pedir "r" cercanas a 1, la

| Ciclo Agrícola | Consumo Real | Consumo Proyectado | Ciclo Agrícola | Consumo Proyectado |
|-------------------|-----------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|
| 80 - 81 | 22,000 | 24,470 | 90 - 91 | 33,400 |
| 81 - 82 | 28,800 | 25,360 | 91 - 92 | 34,300 |
| 82 - 83 | 24,200 | 26,250 | 92 - 93 | 35,100 |
| 83 - 84 | 25,900 | 27,140 | 93 - 94 | 36,000 |
| 84 - 85 | 30,100 | 28,030 | 94 - 95 | 36,900 |
| 85 - 86 | 31,500 | 28,920 | 95 - 96 | 37,800 |
| 86 - 87 | 28,000 | 29,810 | 96 - 97 | 38,700 |
| 87 - 88 | 30,500 | 30,690 | 97 - 98 | 39,600 |
| 88 - 89 | 30,000 | 31,580 | 98 - 99 | 40,500 |
| 89 - 90 | 32,500 | 32,470 | 99 - 00 | 41,400 |

Unidades: Toneladas

Tabla 9. Consumo nacional de cacao: real y proyectado

pregunta es ¿qué tanto le sirve a un investigador conocer ese valor de correlación para hacer sus predicciones? Es decir, si él sabe que su ajuste tiene un error de 30 % ¿se queda con su ajuste de línea recta o busca un ajuste no lineal que eleve el grado de la correlación para que sus predicciones sean mejores?

Si este fuera el caso, si se recomienda buscar un ajuste no lineal, pero si a simple vista se observa que los puntos están tan dispersos que se sabe que la correlación no se va a mejorar con otro tipo de ajuste, entonces se aceptará el ajuste hecho. Aquí surge otra pregunta: ¿Hasta qué valor de "r" debe de aceptarse para pensar que X y Y no están correlacionados linealmente? Además, se sabe que no hay otro tipo de ajuste que mejore la correlación.

Nadie tiene la respuesta. Hay fenómenos en los que por necesidad se han aceptado ajustes de hasta 0.68 y trabajado con ellos; pero todo depende del fenómeno en estudio y, sobre todo, de que no exista una mejor alternativa de ajuste.

De las técnicas expuestas anteriormente, se hará uso de la regresión lineal. Esto se basa, en que al ver la figura 26 a simple vista, podemos decir que en la extrapolación de los datos se obtendrá un error no muy considerable.

De la tabla 7 de consumos anuales a nivel nacional, se tomarán los datos necesarios de todo el decenio de 1980 a 1990. Para luego obtener los datos que se exponen en la tabla 8.

Con estos datos, se obtuvieron los siguientes resultados de ordenada al origen ("b") y pendiente de la recta ("a"), con los cuales se obtuvo un modelo matemático (ecuación 8). Este modelo se usó para obtener la proyección del consumo o producción nacional, esperada para el decenio de 1990 - 2000.

$$Y_i = 24.47455 + 0.8885 X_i \quad \dots (8)$$

Los datos de proyección se exponen en la tabla 8, así como el resumen de los consumos reales y proyectados se pueden ver en la tabla 9.

La correlación del conjunto de parejas, es de 0.8092, el cual nos indica que nuestros valores, presentan una relación dentro de los parámetros. Con una desviación estandar

dentro de los mismos. Así que podemos concluir que nuestro modelo para la proyección es **ACEPTADO**.

Los demás modelos de regresión lineal no fueron aceptados, porque al graficar las parejas de datos, no se asemejaron a dichos modelos.

CAPITULO IV

Estudio de Ingeniería de proceso

Proceso Actual

El proceso que se usará para este estudio, es el más cercano al empleado en la industria, que será tomado en consideración para futuros estudios que se requieran llevar a cabo.

El proceso en estudio, consta de 5 etapas en la transformación del grano de cacao en licor. Estas etapas se mencionan a continuación; Limpieza de las semillas, Tostado de estas, Descascarado, Molienda y Refinado de la pasta de cacao.

En la siguiente descripción de equipo y metodología; se explica cada etapa del proceso.

a).- La **Limpieza** de las semillas, en la industria, se hace en un solo paso, esto es posible ya que se cuenta con un conjunto de tamices con mallas de diferentes tamaño de partícula, electroimanes y extractores de ciclones.

Las semillas de cacao son alimentadas al conjunto de tamices; que en la parte inicial, con ayuda de los tamices se ciernen las semillas, y las impurezas quedan en las mallas, las cuales son desviadas por una línea para ser recolectadas como basura. En la parte media las semillas cernidas se pasan por una campo magnético que atrae todas las impurezas metálicas. Y al final del conjunto se tiene un extractor de ciclones, el cual elimina todas las impurezas más livianas que las semillas de cacao. Esta separación es poco eficiente, puesto que en los sacos de los ciclones se llega a encontrar pedacería de grano de cacao, impactando en el rendimiento de éste y por lo tanto aumentando la merma.

Las semillas pasan por una báscula, para controlar el rendimiento y el flujo de las mismas.

b).- Después de la bascula las semillas pasan a la etapa de **Tostado**. En el proceso se cuentan con tostadores de conducción. El tostador por conducción es un equipo que por medio de una plancha de metal se le aplica calor indirectamente a las semillas, las cuales son movidas alrededor de la plancha por medio de espas, para así obtener un tostado mas o

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE CACAO SUJETO A ESTUDIO

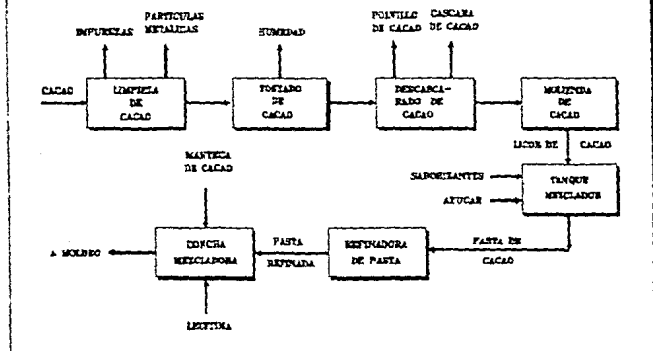


Figura 29. Diagrama de flujo de proceso

menos uniforme. Pero el proceso de tostado no llega a ser uniforme, por la obstrucción que llega a tener por la diversas capas de las semillas, y por la falta de contacto directo del calor con ellas.

Los tiempos de tostado se determinan de acuerdo al tipo de semilla. En la industria se consideran tres tipos de semillas de cacao: lavado, fermentado y beneficiado (En el ambiente de la industria procesadora de cacao se le conoce al cacao lavado, como aquel que al ser pasado por agua se le separa del limo blanco de la pulpa de la vaina que contiene las vainas y es secado al sol en lonas; el fermentado se le conoce como a las semillas de cacao que se deja fermentar con el limo blanco de la pulpa y también es secado al sol en lonas; y el beneficiado a las semillas que son lavadas y secadas por medio de hornos). Los cacao beneficiado y fermentado tienen un tiempo de tostado menor al lavado. La selección del tipo

de semilla se hace en base a el tipo de chocolate; ya que el cacao fermentado se usa mundialmente para el chocolate tipo golosina, y los otros dos tipos de cacao se usan para el chocolate conocido como amargo. El tiempo de tostado puede aumentar, esto pasa cuando se ha seleccionado la semilla y se requiere otra clase de chocolate, puesto que a mayor tiempo de tostado se aumenta el sabor amargo, se puede emplear el mismo grano para un chocolate más amargo.

c).- La siguiente etapa es la de Descascarado. Se lleva a cabo en la descascaradora, a base de engranes. Estas máquinas tienen sus aberturas ajustables para poder triturar los tipos de cacao ya expuestos. La descripción de la operación se puede hacer de la siguiente manera; primero se alimentan las semillas las cuales pasan a ser trituradas en los engranes, ajustando su abertura. Posteriormente se pasan a una línea de extracción, en la cual se separa la cáscara del grano, esta última se manda a unos ciclones que la reciben en costales para su recolección y almacenaje. El grano de cacao se lleva a unos tamices que lo cierran para separar el polvillo de grano generado por la trituración, este polvillo se recolecta y almacena par su venta. Después el grano pasa a una báscula para la determinación del rendimiento y flujo de materia. Esta operación tiene un parámetro que es la calidad de tamaño de partícula.

d).- El grano de cacao se pasa a la etapa de Molido, en la cual el objetivo de la operación; es el de obtener una pasta fluida, que se conoce como licor de cacao. La molienda se hace por medio de un molino de disco estriados, a los cuales se les inyecta vapor, para ayudar a la molienda del grano, el licor obtenido en ocasiones presenta pedacería de cáscara y grano de cacao. Por lo que se la hace pasar por una malla donde se efectúa la separación de la pedacería, para reciclarla a los molinos.

Antes de pasar a la etapa de refinado, el licor aquí obtenido se conduce a unos tanques mezcladores, donde como se indica, se mezcla con saborizantes y azúcar, y así obtener una pasta burda, la cual se agita en estos tanques por un cierto lapso de tiempo. Dichos tanques deben de ser enchaquetados, para mantener una temperatura suficientemente alta, que mantenga a la pasta en estado líquido para su transporte a la siguiente etapa. El transporte para esta clase de fluidos, es por medio de bombas de engranes calentadas por vapor.

c).- La pasta se pasa por unos rodillos estriados, esta acción se le denomina **Refinado**, por medio de la cual se obtiene una pasta refinada. El refinado consiste en obtener una pasta más fina que la obtenida en lo molinos, puesto que al agregar saborizantes, azúcar y colorantes el tamaño de partícula aumenta, por lo al hacer presión con rodillos estriados y a una determinada distancia de separación de ellos se obtiene el tamaño óptimo de partícula. Esta última pasta servira para obtener las figuras más caprichosas, que se le ocurran al manufacturador. Dicha pasta pasa a unos mezcladoras, que se le conocen en la industria como; "conchas", para ahí efectuar esta operación con manteca de cacao; para la obtención de viscosidad y pH requeridos por control de calidad. Finalmente se conduce al área de

Consumos anuales de cacao

| Ciclo Agrícola | Real | Ciclo Agrícola | Proyectado |
|-------------------|-------|-------------------|------------|
| 80 - 81 | 1,100 | 90 - 91 | 1,668 |
| 81 - 82 | 1,490 | 91 - 92 | 1,712 |
| 82 - 83 | 1,210 | 92 - 93 | 1,757 |
| 83 - 84 | 1,295 | 93 - 94 | 1,801 |
| 84 - 85 | 1,505 | 94 - 95 | 1,846 |
| 85 - 86 | 1,575 | 95 - 96 | 1,890 |
| 86 - 87 | 1,400 | 96 - 97 | 1,935 |
| 87 - 88 | 1,525 | 97 - 98 | 1,979 |
| 88 - 89 | 1,500 | 98 - 99 | 2,023 |
| 89 - 90 | 1,625 | 99 - 00 | 2,067 |

Unidades: Toneladas

Tabla 10. Historia y proyección de consumos anuales de "Azulecas" por ciclo

moldeo. El chocolate amargo tiene un procedimiento diferente a el chocolate refinado, y como se encuentra fuera del área de estudio, no se expondrá.

Capacidad de planta

La capacidad de planta nos determina en qué magnitud podemos solventar cierta demanda, y está en función de la demanda más alta durante el año. Esta demanda por lo general se reporta por mes. Por lo tanto, ya que nuestro producto está supeditado a una cierta temporada (clima frío), tendremos que determinar en qué mes se requiere más chocolate. Al encontrarlo éste nos determinará la capacidad de la planta actual.

De acuerdo a datos de la Procesadora de cacao "aztecas" S.A., podemos decir que los meses con más demanda son los de Enero y Diciembre, que reportan un 12% mensual

Consumos proyectados de Procesadora de cacao "Aztecas" S.A. de C.V.

| Ciclo Agrícola | ANUAL | MENSUAL | UNITARIO (Kgs/hr) |
|-------------------|-------|---------|----------------------|
| 90 - 91 | 1,688 | 200 | 404 |
| 91 - 92 | 1,712 | 205 | 414 |
| 92 - 93 | 1,757 | 211 | 428 |
| 93 - 94 | 1,801 | 216 | 436 |
| 94 - 95 | 1,846 | 222 | 448 |
| 95 - 96 | 1,890 | 227 | 459 |
| 96 - 97 | 1,935 | 232 | 469 |
| 97 - 98 | 1,979 | 237 | 479 |
| 98 - 99 | 2,023 | 243 | 491 |
| 99 - 00 | 2,067 | 248 | 501 |

Unidades: Toneladas

Tabla 11. Desglose de consumos de cacao de Procesadora de cacao "Aztecas"

de contribución, a la producción anual. En la siguiente tabla se desglosa la producción anual de la compañía; tanto en el decenio anterior, como la proyección del decenio futuro. La capacidad de planta no es la mostrada, sino que se necesita calcular en base a los meses de más demanda en el mercado.

Las producciones anuales no serán la base para calcular la capacidad de planta actual y futura, sino que para ello se tomará en cuenta el mes de mayor demanda, el cual será un indicador de la demanda más alta a cubrir durante todo el año, así obteniendo una capacidad real. Ya que de lo contrario se tendría una sobrada capacidad. Por lo tanto, la capacidad actual del proceso es de 200 toneladas por mes, que representa la demanda en el mes de Diciembre. La demanda requerida equivale a 404 Kgs. por hora. En la tabla 12 se muestra el desglose de capacidades por área de proceso.

Requerimientos Futuros

En la tabla 10 se expone la proyección para el decenio 1990 - 2000. Y en la tabla 11 podemos observar el consumo proyectado mensual que es fundamental para el cálculo de los requerimientos, y en seguida, en la última columna, se presenta el consumo unitario de la planta, el cual nos será muy útil para la determinación de las capacidades.

Utilizando el mismo procedimiento (balance de materia) para determinar la capacidad actual de planta, se determinó la capacidad futura. Viendo la tabla 11 se puede acotar que la capacidad de la planta a futuro es de 248 toneladas por mes, lo que nos representa 0.501

| Area | Actual | Requerida | Diferencia |
|--------------|--------|-----------|------------|
| Limpieza | 404 | 501 | 97 |
| Tostado | 400 | 496 | 96 |
| Descascarado | 352 | 437 | 85 |
| Molido | 303 | 376 | 73 |
| Refinado | 135 | 168 | 33 |

Tabla 12. Comparativo de capacidades; por área de proceso (unidades: kgs/mes)

toneladas por hora de semillas de cacao a procesar.

En la tabla 12, los consumos futuros se desglosan por área de proceso. Estos serán los requerimientos a cubrir. Cabe hacer mención, que la capacidad de 501, es la que será la base; puesto que para una planta procesadora de cacao, su capacidad se mide en base a la cantidad de cacao que puede procesar.

Comparativo de la demanda con capacidad de planta

La comparación de las capacidades nos dan los requerimientos a adquirir, para solventar los requerimientos futuros. Esta comparación se presenta por área de proceso en la tabla 11, es útil para visualizar más fácilmente la tecnología a adquirir.

Al observar la tabla 11, en todas las áreas se presentan incrementos de capacidad considerables. Lo cual nos indica que habrá de considerarse una relocalización de la maquinaria, al realizar los layout de áreas subsecuentes a ésta.

CAPITULO V

Aspectos técnicos

La tecnología se puede definir como el conjunto de conocimientos científicos y técnicos que permite desarrollar los medios para generar un producto o un servicio. Para que exista un transferencia de tecnología se necesita de un comprador al que se le denomina usuario y de un vendedor llamado tecnólogo.

Normalmente en los países desarrollados, dentro de cada compañía se tiene un departamento denominado de Investigación y Desarrollo, el cual cuenta con programas experimentales de operaciones unitarias, cinética de reacciones y termodinámica. El propósito de estos programas es alcanzar un mejor conocimiento de estas operaciones, a modo de poder mejorar los procedimientos de proceso, sistemas, desarrollo de nuevos productos, etc.. Estos programas están basados en una selección de objetivos:

- 1) Desde el punto de vista social, político y económico.
- 2) Desde el punto de vista de un análisis de mercado con un;
 - a).- pronóstico de consumo.
 - b).- proyecciones en el horizonte económico.
 - c).- precios y capacidades.
- 3) Desde el punto de vista de preferencia en tiempo y riesgo.
- 4) Desde el punto de vista de una evaluación de recursos (humanos, capital, tecnológicos)

Los pasos principales en la elaboración de este tipo de programas son:

- A).- Investigación Bibliográfica. Investigación sobre productos (consumos, precios y calidades), Materias primas (precios, disponibilidad, localización), Procesos (patentes, investigación básica, capacidades).
- B).- Investigación para creación de un nuevo proceso. Propiedades físicas y químicas de materias

primas y productos (información bibliográfica o determinación experiencial). Estudio de alternativas para síntesis. Estudio de Diagramas de Equilibrio, Catalizadores (preparación, formación, precio, etc.).

- C).- Definición preliminar del proceso a desarrollar. Puede provenir de la creación de uno nuevo, de la modificación o adaptación a un proceso ya existente, combinación de los anteriores. Dentro de este paso se involucra el desarrollo de una secuencia del proceso de síntesis, catalizadores a emplear, medios en los que se efectúa la reacción, estimación de los recursos necesarios.
- D).- Comparación preliminar del nuevo proceso con otros existentes. La comparación involucra los siguientes pasos:
- 1) Evaluación de beneficio y riesgo.
 - 2) Elección de alternativa a desarrollar de acuerdo a la preferencia de tiempo y riesgo.
 - 3) Asignación de recursos a las alternativas posibles.
- E).- Desarrollo del proceso, verificando las opciones que se tienen para la ampliación del mencionado proceso, para una diversificación de rutas de proceso y de productos.

El paso siguiente será la realización de los balances de materia y energía. Esto implica la determinación de las recirculaciones, el consumo de servicios auxiliares y el diagrama de proceso.

Se pasa a una etapa que contendrá los siguientes pasos:

- I).- Análisis de Sensibilidad del proyecto a realizar.
- II).- Ajuste de Parámetros
 - a).- De Equipo.
 - b).- De Proceso.
- III).- Búsqueda de condiciones de operación.
- IV).- Manuales de Operación.

Tecnología Actual

En la Procesadora de cacao "Aztecas" S. A. se carece de un departamento de Investigación y Desarrollo, el cual pudiera aportar continuamente la renovación de conocimientos científicos y técnicos, para mejorar los procedimientos de diseño y operaciones de la planta.

En consecuencia la tecnología disponible no satisface las necesidades futuras de la compañía. Dicha tecnología es atrasada y ha sido generada a base de la experiencia de los operarios y los manuales de operación del equipo, que se adquirió tiempo atrás. Así que, como se puede ver, es prioritario que la tecnología sea renovada: tanto para una mejor operación, como un control del proceso más eficaz y eficiente.

La descripción de dicha tecnología se describe a continuación, por etapa del proceso:

- 1).- **Limpieza.** El parámetro empleado en esta etapa es la verificación visual de la limpieza de la semilla de cacao que se procese. El equipo empleado en esta etapa del proceso, se concreta a una serie de mallas con un determinado tamaño de diámetro, para separar por gravedad las impurezas, pasando por encima de las mismas un electroimán para posibles partículas de metal que llegaran a existir en el lote. La capacidad del conjunto de mallas es de 400 Kgs/hr. Finalmente se transportan las semillas por medio de una banda a la siguiente etapa.
- 2).- **Tostado.** En esta etapa del proceso el parámetro principal es el tiempo de tostado, el cual está en función del tipo de semilla y de producto a moldear, puesto que algunos necesitan mayor tiempo de tostado. El tostado se lleva a cabo por medio de tostadores a fuego directo (mejor conocidos como tostadores de conducción); que transmite el calor generado por el quemador de combustible sólido, a una placa de acero templado en forma de media esfera, la cual es girada por un motor a una velocidad moderada y es de una capacidad de 390 Kgs/hr. Posteriormente se transportan las semillas a el área de descascarado por medio de una banda sin fin.
- 3).- **Descascarado.** En esta etapa del proceso es donde se obtiene uno de los

parámetros más importantes del proceso, puesto que aquí es donde se obtiene el grano de cacao, y su rendimiento nos hará ver que tan eficiente es la separación del grano de su envoltura llamada cascarilla. La determinación de la separación se hace por medio de balances de materia, que nos indican la relación de la cantidad de cascarilla a la cantidad de semillas alimentadas. Esta relación no debe de rebasar el valor de 2.0%. El equipo que se emplea en esta etapa está constituido de un par de discos estriados, que son graduables. Enseguida se hace pasar el flujo de semillas con cáscara por una banda inclinada de una trayectoria de aproximadamente 1.5 mts., al final de la banda se forma una cascada a la que se le hace pasar, a contraflujo una corriente de succión, que separa la cascarilla de los granos, dicha corriente de succión se dirige a los ciclones, que contienen contenedores para la recepción de cascarilla de cacao. El grano entero y medio molido se transporta a la etapa siguiente por medio de gusanos.

- 4).- **Molido.** Los gusanos descargan en una banda transportadora los granos de cacao, la cual alimenta al molino, que consiste de un par de piedras acanaladas. Dicho par está formado por una piedra estática y una rotatoria, que es graduable. El parámetro de esta etapa es la cantidad obtenida de licor de cacao que se obtiene. Esta cantidad se determina por medio de pesadas. En ocasiones, al alimentar grano "medio" molido, se generan pequeños gránulos de éste, los cuales se recirculan al molino para obtener un mayor rendimiento de licor de cacao. La capacidad del molino es de 300 Kgs/hr. El licor de cacao que se obtiene se pasa a un mezclador, en donde se le adicionan saborizantes y azúcar para así obtener una pasta de cacao. Esta pasta se transporta por medio de gusanos hacia las refinadoras.
- 5).- **Refinado.** La pasta se deposita en la entrada de alimentación de la refinadora, para después pasar la pasta por entre los rodillos estriados, los cuales al principio son un poco más separados que en la parte media y final de la refinadora; en ocasiones también se tienen acumulaciones de grumos de pasta, estos grumos se reciclan para obtener una pasta mas fina, la cual es recolectada en pequeños contenedores para de ahí transportar la pasta a las mezcladoras "conchas" donde

se le da una cierta viscosidad y acidez por la agregación de manteca y sales ácidas. Para luego transferirla a la etapa de moldeo y envasado.

El transporte de la pasta de esta etapa a la siguiente, es por medio de bombas de engranes, calentadas por vapor exteriormente. En la etapa anterior, así como en ésta, todas las vías de transporte son enchaquetadas, y su fuente de calor es el vapor de servicio de la planta.

Los parámetros en esta etapa, son el tamaño de partícula que se obtiene después del proceso de refinado, así como la calidad, sabor y presentación del producto.

En las subsecuentes etapas del proceso, existen parámetros que no nos interesan por el momento, ya que no afectan a las etapas antes expuestas.

La mano de obra en todas estas áreas es de gran numero de personas, por lo que el control del proceso es muy delicado, así que la supervisión del personal tiene que ser muy meticulosa.

Como puede observarse, el control de calidad en estas áreas, es de vital importancia, puesto que al tener una alteración en las especificaciones de los productos intermedios del proceso, el producto final no será el esperado, haciendo infructuosos los trabajos y esfuerzos de las etapas iniciales. Ya que la finalidad de nuestro proyecto es el de elevar el índice de calidad y la utilización de mano de obra, se tienen que tomar en cuenta estos aspectos en la elección de la nueva tecnología a adquirir, la cual se explica en el siguiente tema.

Selección de tecnología más adecuada a el proceso

El problema de selección de una tecnología adecuada, puede caracterizarse como un conjunto de decisiones con efectos a un largo plazo o indefinido, con un contenido elevado de elementos cuantitativos, tales como inversiones, costos y gastos diversos; pero también incorpora varios elementos no cuantificables como son factores de adaptabilidad de escala, control del proceso, efecto del aprendizaje, estado de evolución y vida probable, entre otros.

La metodología más usada es una combinación de evaluación cuantitativa, y ponderación de elementos no cuantitativos por separado.

El proceso de selección se presenta a partir de la detección de oportunidades de inversión. Dichas oportunidades se deben fundamentalmente a:

- a).- La iniciación de una nueva actividad en la empresa (tal vez con el país), resultado de los planes y estrategias de desarrollo que la misma haya formulado.
- b).- La necesidad de reemplazar y completar una tecnología que ya se practica, por otra que permita escalas y costos más eficientes, mejor calidad o mayor variedad de productos.

Independientemente de su origen, el problema presenta, cada vez más en nuestro país, las complejidades de una industrialización avanzada, la necesidad de competir internacionalmente y, más importante, la exigencia de no gravar la economía con el costo de un desarrollo muy elevado, ya sea por efecto de una tecnología pobre, obsoleta o costosa, como por el de la escala generalmente pequeña de operación.

Se pueden presentar cuatro etapas en la historia de una tecnología.

Fase I: es aquella que ofrece el futuro más promisorio, pero los riesgos pueden ser muy serios.

Fase II: es aquella en la cual la tecnología ya no implica tanto riesgo, debido a que ya ha sido probada.

Fase III: es aquella en la que apenas se manifiesta la competencia de una nueva tecnología.

Fase IV: es cuando la tecnología en cuestión ya está retirada frente al nuevo proceso, si bien, los costos de adquisición pueden ser insignificantes, su grado de competitividad es bajo.

Se debe notar que cada tecnología nueva representa un paso hacia una estructura física o química del proceso más simple que implica menos etapas de transformación o combinación de varias en una; uso más racional de las energías requeridas o disponibles del proceso, etc.

De igual forma, cada avance tecnológico permite operar a escalas aún mayores y más

económicas.

Las implicaciones para el planificador son pues claras; dependiendo del horizonte a considerar, deberá arriesgarse al usar una nueva tecnología siempre que la escala de operación y la posibilidad de competencia internacional sea de consideración; en caso contrario se debe de usar una tecnología probada cuya Fase IV está suficientemente alejada en el horizonte considerado.

En casos como el de México, quisiera uno contar con el potencial que ofrezca una tecnología en las fases I y II, sin los riesgos consecuentes de una corta vida remanente o pobre habilidad competitiva, pero tampoco sin los altos costos que implica una tecnología ya demostrada valiosa y eficiente.

La secuencia a seguir en caso de que se desee adquirir una tecnología, será indicada a continuación. En cada una de las etapas se recalcarán puntos relevantes en el proceso de selección de tecnología explicando cuál es la razón.

El esquema de búsqueda de procesos alternativos o aún competitivos, es que los principios físicos o químicos sean esencialmente iguales, apoyándose en la literatura técnica y de patentes. La idea de dicha investigación es situar el marco de los diferentes procesos.

En esta misma etapa, es importante detectar las diferentes características de los diversos procesos en que se lleva a cabo, fase gaseosa, fase líquida, o ambas (dadas por temperaturas y presiones), concentraciones obtenidas, tipo de purificación (extracción, destilación u otro), si se usa catalizador o no.

Un examen técnico de estas variables, permite realizar una síntesis preliminar de las principales etapas que tienen los procesos, si es que no están reportadas. Se elaboran descripciones y diagramas de bloques de los diferentes procesos.

Después de esto, es recomendable estimar la consistencia termodinámica del proceso, puntos críticos, en cuanto a seguridad se refiere a límite de inflamabilidad, toxicidad o contaminación, por ejemplo. Si es posible, se deberán detectar posibles puntos en el proceso que requieran tratamiento especial.

Es necesario, una vez conocido el proceso, saber los consumos típicos y las especificaciones e información general de materias primas a usar para conocer posibles limitaciones. Para el producto terminado se buscarán las especificaciones, para con ello saber si se cumplen o no dichas especificaciones necesarias de acuerdo al mercado. En caso de no cumplirse, se deberá ver como afectan a los consumidores del producto, si afectan se deberá detectar qué cambios hay que hacer para que se cumpla con las especificaciones, en caso de que no se logre esto, que otros usos potenciales podría arrojar, para realizar otro estudio de mercados. Respecto a esta última información, es iniciada en este punto y complementada al ponerse en contacto con los proveedores de tecnología.

Para la realización de una estimación de inversión, es necesario conocer los conceptos causales de la misma, para lo cual se recopilará información, basándose en los conocimientos acerca del proceso o procesos y las operaciones involucradas.

La etapa debe complementarse con una investigación comercial de los distintos licenciadores, estos datos nos darán una idea de la antigüedad del licenciador en el mercado, lo cual refleja su experiencia.

Los puntos principales de esta investigación comercial son: información de las compañías a las que ha vendido su tecnología, la capacidad de las plantas que tienen en operación y plantas que fueron hechas con su tecnología, así como la capacidad de las plantas que están en construcción, el costo estimado de las mismas, año de arranque de las plantas, localización de las estas. Se investiga la posición relativa de los proveedores de tecnología en el mercado internacional.

Con los elementos descritos, es posible estructurar ya una relación de candidatos y un cuestionario detallado que permita consolidar el análisis hecho hasta este punto. Algunas personas señalan la necesidad de hacer contacto personal con el posible licenciador, para evidenciar la seriedad del estudio y obtener información de calidad, particularmente en los inicios en los que la fase del estudio haya señalado como crítica.

Es posible realizar esta fase sin haber profundizado en la primera, pero esto no es recomendable hacerlo; un conocimiento razonable previo a los contactos permite recolectar

la información y el uso de la información solicitada, que es importante antes de la evaluación definitiva.

Cuando el promotor, empresario o grupo empresarial interesado en desarrollar un determinado proyecto, no dispone de los medios económicos y técnicos para haber desarrollado o implementado su propia tecnología, tiene que contratar ésta con los posibles licenciadores, que en la mayoría de los casos son extranjeros.

Dentro de la industria se puede encontrar los siguientes grupos principales de proveedores o licenciadores de tecnología.

- 1).- Aquellos proveedores que son instituciones dedicadas a la investigación y desarrollo de nuevos procesos, pero que no se interesan en tener sus propias fábricas. Su principal interés radica en el suministro de la ingeniería básica, de procesos y de detalle, necesarias para la realización del proyecto y en ocasiones, abarca también la supervisión del montaje y del arranque de la nueva planta. Su experiencia práctica del proceso puede ser limitada, ya que depende de la información proporcionada por las plantas existentes. La mayoría de las veces no tienen interés por participar en la formación de la nueva empresa.
- 2).- Proveedores que son productores y que desarrollan e implementan sus propios procesos. Su interés principal radica en el suministro de la ingeniería parcial o completa y en la asistencia técnica para el montaje y el arranque de la nueva planta.

Es común encontrar en este tipo de proveedores, interés por participar financiera y comercialmente en la formación de la nueva empresa.

Debido a que operan sus propias plantas, su experiencia práctica del proceso es grande y confiable.

Comunmente se encuentran aquí a las empresas multinacionales interesadas en la creación de empresas subsidiarias en otros países.

- 3).- Proveedores fabricantes de maquinaria y equipo. Su principal interés radica en la

venta de sus productos (bienes de capital) y en la asistencia para el montaje y arranque de los mismos. Estos proveedores transmiten al comprador los conocimientos necesarios para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos, por lo que el costo de la tecnología está incorporado en el precio de los equipos. Debido al grado de experimentación de estos proveedores con los equipos que fabrican, se puede decir que su experiencia es confiable.

Aunque el campo de acción de estos proveedores de tecnología se ve limitado a procesos relativamente simples, es importante hacer notar que existen los proveedores de las llamadas "plantas paquete" o plantas completas que caen también dentro de esta clasificación, aunque con mayor grado de sofisticación.

Generalmente los proveedores pertenecientes al primer grupo (tipo consultor) manifiestan mayor disposición e interés para que se proceda con estudios de adaptación de su tecnología a las condiciones locales. En cambio, los proveedores que son fabricantes de equipo, muestran poco interés por realizar un gran número de cambios en el proceso, ya que esto generalmente conduce a reemplazar algunos equipos de manufactura nacional, y en otros casos, a especificar equipos diferentes a los propuestos por el proveedor.

De lo anterior, se puede establecer que si se desea aumentar el contenido de equipos de manufactura nacional, es conveniente tratar con firmas de ingeniería, para quienes el beneficio de una operación no está ligado directamente a la venta de equipos determinados. Sin embargo, este tipo de proveedor puede basar sus utilidades en la venta de ingeniería de detalle que también puede realizarse en México, para lo cual es indispensable que se defina claramente aquellos elementos que realmente deben ser importados y aquellos que pueden elaborarse localmente.

Adicionalmente a los factores mencionados, es necesario hacer consideraciones de tipo financiero, ya que en un gran número de casos los fabricantes de equipo, sobre todo los europeos, ofrecen planes de financiamiento que pueden ser atractivos. En cambio, los proveedores de tecnología tipo firma de ingeniería, generalmente no ofrecen este tipo de facilidades.

Al estudiar las posibilidades de adaptación de la tecnología a las condiciones locales, es conveniente contar con la cooperación del proveedor de la misma, ya que su experiencia puede ser de gran valor cuando se trata de sugerir soluciones y alternativas para aprovechar las diferencias básicas que existen entre unas y otras condiciones.

Se recomienda establecer que las innovaciones obtenidas como resultado de este proceso, deberán ser consideradas en beneficio tanto del proveedor de tecnología como del empresario local que ha realizado el desarrollo de las mismas. Esta es una de las consideraciones que se deben establecer claramente al realizar las negociaciones y en las que generalmente los proveedores del tipo consultor se presentan más entusiastas que los fabricantes de equipo.

La participación de las entidades nacionales productoras de tecnología ha demostrado ser de gran utilidad en el proceso de selección de proveedores, ya que si bien no cuentan con la capacidad para desarrollar todas las tecnologías que son necesarias, si poseen los elementos para asesorar al empresario en las etapas de selección, haciendo búsquedas exclusivas de los proveedores, estableciendo contacto con ellos, obteniendo y evaluando la información referente a las tecnologías que se proponen y elaborando informes que sirvan para obtener la tecnología en las condiciones más favorables.

La participación de firmas de ingeniería nacionales, ha sido también un factor complementario a las actividades de estas instituciones de investigación, ya que el alcance de las negociaciones que una institución de tipo no lucrativo puede realizar, se limita generalmente a los aspectos técnicos; en cambio las firmas de ingeniería intervienen en la realización de negociaciones comerciales, contratación y ejecución del proyecto.

Ya seleccionados los procesos y los proveedores más importantes, se establece contacto con ellos solicitando información de tipo no confidencial para realizar una preselección de ellos.

La información que acompaña a la petición está formada por:

- 1) Información General.

- A).- Productos y capacidad de la planta.
- B).- Tipo de proceso del cual se quiere la tecnología.
- C).- Localización del terreno.
- D).- Condiciones ambientales que prevaleceran durante el proceso.
- E).- Especificaciones generales de los servicios (características)
- F).- Infraestructura del lugar.
- G).- Disponibilidad para manejo de efluentes.

Dicha información como se observa, representa las bases generales del proyecto, necesarios para el diseño de la planta.

Es importante que desde este momento el licenciador se de cuenta de la seriedad del proyecto.

La información que se indica a continuación no es limitativa, sino que es la mínima información requerida para la preselección de las tecnologías y es la solicitud propiamente dicha. Aquí se le agregan algunos comentarios pertinentes.

2) Información requerida.

- a).- Especificaciones de materias primas y reactivos. Para efectos de comparación deberán ser transformados a unidades congruentes con las que se tienen, o si no, pedirle al proveedor de tecnología las unidades en que se quieren dichas especificaciones
- b).- Especificaciones de producto terminado; opera lo mismo que en el inciso anterior.
- c).- Requerimientos de materias primas y eficiencias; se maneja en esta etapa una eficiencia global del proceso.
- d).- Desglose de los servicios requeridos y sus consumos: se utiliza para saber el costo de los servicios y sirve para el cálculo de la inversión, se componen de agua de servicio, vapor, agua de enfriamiento, electricidad, aire de servicio, otros conceptos.

- e).- Tipo de instalaciones auxiliares requeridas.
- f).- Lista de equipo. Entre más completa es mejor, ya que para el cálculo de la inversión es esencial, debido a que se fundamentan todos los demás costos como un puntaje de este concepto.
- g).- Mantenimiento y Operación. Los datos aquí obtenidos sirven para el cálculo de los costos de operación y mantenimiento, para la evaluación del período de recuperación de la inversión.
 - g.1).- Capacidad de la planta para todos los productos.
 - g.2).- Factor de operación "On-Stream Factor".
 - g.3).- Requerimientos de fuerza de trabajo y supervisión para operación.
 - g.4).- Requerimientos de fuerza de trabajo y supervisión para mantenimiento.
 - g.5).- Flexibilidad de operación y nivel mínimo de utilización de la planta.
 - g.6).- Confiabilidad de operación del proceso.
 - g.7).- Problemas de corrosión.
- h).- Problemas y costo de arranque. Datos que sirven también para elaborar el estimado de la inversión.
- i).- Normas de diseño de la planta (incluyendo normas de seguridad).
- j).- Materiales de construcción de equipos.

3) Información adicional.

- a).- Licencias sanitarias (fechas, compañías, capacidad y localización).
- b).- Territorio de licencia y condiciones de exclusividad.
- c).- Costo de la licencia y forma de pago.

En el caso de procesos continuos, es conveniente detectar en este punto la capacidad mínima operable (turn-down-capacity) que es el nivel más bajo al que todavía es físicamente posible operar la planta. Sucede que algunos procesos son muy económicos gracias a su alta

reutilización de energía, y lo logran vía recirculaciones de gran magnitud, en cuyo caso es muy difícil mantener la planta operando a niveles muy inferiores a su capacidad de diseño, lo cual puede ser difícil en nuestro medio, en el que se buscan capacidades que satisfagan 10 años de la demanda proyectada que crece a ritmos altos, por lo que no es raro el caso en el que se planea iniciar operaciones a un 50 o 60% de la capacidad de diseño. Estas condiciones, procesos que desde otros puntos de vista son muy deseables por su alta eficiencia, pueden resultar inconvenientes.

En la actualidad las firmas de ingeniería que se especializan en este giro en México, son solamente dos: Buhler y Carlo & Montanari. Por lo tanto la selección de licenciador estará entre estos dos. Esta información fue en base a un sondeo que se hizo en las diferentes compañías de la industria procesadora de cacao, confitería y chocolatería. Y estas señalaron a Carlo & Montanari como la firma que más servicio a dado a este giro.

La firma Carlo & Montanari, existe en el giro de la industria del cacao y del chocolate desde 1906, pero al ser fusionada a la firma alemana Lemman, se puede decir que se unieron dos líderes para lograr una antigüedad en el giro desde el año de 1864, siempre sirviendo con eficiencia y eficacia.

A nivel internacional es líder en su ramo; dando servicio a países como Italia, Alemania, Inglaterra, Suecia, E.E.U.U., México y otros. Toda esta información nos hace ver el alcance que tiene esta firma, así como la calidad de servicio que ofrece.

A nivel nacional, da servicio a más del 95% de la industria chocolatería y confitería. Mediante la encuesta antes mencionada, se captó también la imagen de la firma, la cual en forma general se asegura que es de primera clase en calidad, confiabilidad y seriedad.

Los representantes de la firma Carlo & Montanari en México, proporcionaron la información de que en E.E.U.U. se están instalando talleres y bodegas de refacciones. Lo cual implica que el servicio de la firma está más cerca de nuestra locación. Por lo que al requerir algún servicio y/o relaciones del equipo adquirido, el costo de éstos no será muy excesivo.

Proyecto Procesadora "Aztecas" - Carlo & Montanari

| Concepto | Licenciador | |
|---|-------------|-----------|
| | Buhler | C. & M. |
| Informacion sobre plantas en operacion | B | MB |
| Especificaciones de Ingenieria | B | B |
| Diseno y Diagrama de Ingenieria | B | B |
| Especificaciones y requerimientos de proceso | R | B |
| Bases de Diseno | R | MB |
| Descripcion del proceso | R | B |
| Diagramas de flujo del proceso | R | B |
| Balance global de servicios | B | B |
| Lista de equipo de proceso | R | B |
| Especificaciones de equipo | R | B |
| Requerimientos de proceso | R | B |
| Arreglos de equipo | R | B |
| Arreglo general de planta | R | B |
| Manuales de operacion y Manto. | R | B |
| Manuales de preoperacion | R | B |
| Revision de Ingenieria de Detalle | R | MB |
| Supervision de montaje de equipo | R | MB |
| Sobreoperacion y rendimientos | R | MB |
| Aumento de capacidad sin hacer grandes modificaciones | 5 % | 20 % |
| Vapor | Alto | Bajo |
| Electricidad | Alto | Bajo |
| Agua de proceso | Alto | Bajo |
| Aire de proceso | Alto | Bajo |
| Inversion Total (U.S. DLLS.) | 1'350,200 | 1'181,100 |

Tabla 13. Tabla comparativa de los licenciadores de ventajas y desventajas de ellos.

En cambio la firma de Buhler, aunque tiene mas de 20 años dando servicio al mismo giro, no tiene la experiencia y servicio que ofrece el licenciador C. & M., puesto que el primero ofrece un servicio similar pero de baja calidad. Esto se debe principalmente a que la firma Buhler desde que se formo, en el año de 1890, se dedicó a el ramo metalmeccánico automotriz. Por lo que la firma C. & M. tiene una gran ventaja sobre la firma Buhler.

Para elaborar una selección cuantitativa de la firma, se requiere hacer una comparación de servicios que ofrecen cada uno de los licenciadores. Dicha comparación se muestra en la tabla 13; donde además de los servicios que se ofrecen, se muestran las ventajas y desventajas, así como los montos de inversión necesaria, de cada uno de los ya mencionados licenciadores.

Los parametros que se tomaron son en forma global: Información mínima necesaria de ingeniería, especificaciones de ingeniería y de proceso, requerimientos de proceso, bases de diseño balances de materia y energía, manuales de preoperación (asistencia técnica), instalación de equipo, rendimientos y sobreoperación, consumos de servicios auxiliares (vapor, electricidad, agua y aire), posibilidad de aumentar la capacidad del proceso.

La escala que se tomó para la selección del licenciador, es la siguiente: MB = Muy bueno; B = Bueno; R = Regular.

Con base a lo observado en la tabla 13, el licenciador Buhler es descartado, debido a que no ofrece garantías en: Bases de diseño, Ingeniería Básica y de Detalle y Manuales de operación. Además de que la asistencia técnica, que estaban dispuestos a dar, era deficiente, y anudado a esto, al desear aumentar la capacidad del proceso se tiene que hacer grandes modificaciones. Y como punto final y de gran peso en la decisión es que la inversión con el licenciador Buhler es más alta que con el licenciador Carlo & Montanari.

Por todo lo antes expuesto, se concluye que el licenciador seleccionado es Carlo & Montanari, por lo que se procede a empezar la negociación del contrato entre Procesadora de cacao "Aztecas" S.A. de C.V. y Carlo & Montanari.

Capítulo VI

Evaluación económica

Hasta este momento, el estudio de evaluación del proyecto, ha hecho ver que existe un mercado potencial por cubrir y que tecnológicamente no existe impedimento para llevar a cabo el proyecto. La parte de Evaluación Económica pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación del proceso (que abarca las funciones de producción y administración) y de posibles inversiones secundarias (que abarcan las obras de ingeniería civil y relocalización de algunas áreas subsecuentes a el área de proceso en cuestión).

Costo es una palabra muy utilizada, que se puede definir como el desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el presente, en el futuro o en forma virtual. Como ejemplos de costos se pueden dar los siguientes: los costos pasados, que no tiene efecto para propósitos de evaluación, se llaman "costos hundidos"; a los costos o desembolsos hechos en el presente (tiempo cero) en una evaluación económica se le llama "inversión"; en un estado de resultados pro-forma o proyectado en una evaluación, se utilizarían los costos del futuro, y el llamado "costo de oportunidad" sería un buen ejemplo de costo virtual, así como también lo es el hecho de asentar cargos por depreciación en un estado de resultados, sin que en realidad se haga el desembolso.

La finalidad de una tabla de estados de resultados o de pérdidas y ganancias es el calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto, que son, en forma general, el beneficio real de la operación del proceso, y que se obtienen restando a los ingresos todos los costos en que incurra el proceso y los impuestos que deba pagar.

Con los costos ocurre, que hay de varios tipos y pueden provenir tanto del interior como del exterior de la empresa. Los tipos de costos que existen son los siguientes:

- 1).- Costos de materias primas.
- 2).- Costos de mano de obra directa.
- 3).- Costos de mano de obra indirecta.
- 4).- Materiales indirectos.

- 5).- Costos de los insumos.
- 6).- Costos de mantenimiento.
- 7).- Cargos por depreciación y amortización.
- 8).- Costos de administración.
- 9).- Costos de venta.
- 10).- Costos financieros.

A continuación se definirá lo más breve posible el concepto de cada costo; y también se explicará la metodología empleada para el cálculo de cada uno de ellos.

Costos de materias primas. Son aquellos materiales que de hecho entran y forman parte del producto terminado. Estos costos incluyen fletes de compra, de almacenamiento y de manejo. Los descuentos sobre compras se pueden deducir del valor de la factura de las materias primas adquiridas. Para el cálculo de este costo fué necesario consultar a la Union Nacional de Productores de Cacao (UNPC), para conocer el precio promedio unitario de venta del grano de cacao (promedio porque como se recordara existen tres tipos de grano de cacao), el mencionado precio que se reportó fué de \$ 3,905 por kilogramo. Por lo tanto si efectuamos el producto entre el plan de consumo de cacao, para cada año, y el precio unitario, obtendremos el costo de materia prima para cada periodo. Dicho producto fué de 918'163,125 pesos. Este precio promedio se afectó por el factor de inflación promedio anual (este factor fué consultado con el Banco de México; dicho banco reportó que el factor de inflación promedio para el decenio en estudio será de 25 % anual), para obtener el precio de materia prima de cada año. Como último punto se tiene que hacer una aclaración; el precio antes reportado, ampara fletes, almacenaje y manejo.

Costos de mano de obra directa. Es la que se utiliza para transformar la materia prima en producto terminado. Se puede identificar en virtud de que su monto varía casi proporcionalmente con el número de unidades producidas. La metodología que se empleo para este costo inicia por definir el número de

personal requerido; se requiere de 3 operadores y 6 ayudantes generales, dicho personal recibirá un salario diario de \$ 40,000 y \$ 20,000 diarios cada uno, respectivamente. Al considerar 30 días por mes de pago salarial se tiene que los montos de cada uno, respectivamente, son de \$ 3'600,000 y \$ 3'600,000, por lo tanto anualmente su salario percibido será de 43'200,000 y 43'200,000, haciendo un total de 86'400,000. Estos salarios anuales fueron modificados por el factor de inflación promedio de mano de obra (este factor se consultó con la secretaría de la comisión de salarios mínimos), que fué de 22% anualmente, durante el periodo del decenio en estudio.

Costo de mano de obra indirecta. Es aquella necesaria en el departamento de producción, pero no interviene directamente en la transformación de las materias primas. En este rubro se incluyen: personal de supervisión, jefes de turno, todo el personal de control de calidad, y otros. El personal requerido en esta área es; jefe de producción e inspector de línea de control de calidad, el monto de esta mano de obra es de \$ 2'277,000 y 2'200,000 respectivamente, que en total es \$ 4'277,000 mensuales, que al año asciende a \$ 51'324,000 pesos. Cabe hacer la aclaración, de que el salario anual se afectó por el factor de inflación promedio de 22%.

Costos de materiales indirectos. Estos forman parte auxiliar en la presentación del producto terminado, sin ser el producto en sí. Aquí se incluyen: envases primarios y secundarios y etiquetas, por ejemplo. En ocasiones, a la suma de los costos de materia prima, mano de obra directa y materiales indirectos, se les llama "costo primo". Ya que en esta parte del proceso, el producto obtenido no requiere de materiales indirectos el costo del mismo no tiene valor.

Costo de los insumos. Excluyendo, por supuesto, los rubros mencionados, todo proceso productivo requiere una serie de insumos para su funcionamiento. Estos pueden ser: agua, energía eléctrica, combustibles (diesel, gas, gasolina, petróleo pesado); detergentes; gases industriales especiales, como freón, amoníaco,

oxígeno, acetileno; reactivos para control de calidad, ya sean químicos o mecánicos. La lista puede extenderse más, todo dependerá del tipo de proceso que se requiera para producir determinado bien o servicio. El costo de insumos se tuvo que calcular en base a los consumos del equipo y maquinaria de proceso, del cual se obtuvo un monto total de \$ 20'845,000 de pesos, y dicho monto se fué afectando con un índice de inflación muy semejante al factor de inflación promedio, esto fué porque se espera que los aumentos de los servicios sean paralelos a el índice de inflación del mercado.

Costos de mantenimiento. Este es un servicio que se contabiliza por separado, en virtud de las características especiales que puede presentar. Se puede dar mantenimiento preventivo y correctivo, al equipo y a la planta. El costo de los materiales y la mano de obra que se requieran, se cargan directamente a mantenimiento, pues puede variar mucho en ambos casos. Para fines de evaluación, en general se considera un porcentaje del costo de adquisición de los equipos. Este dato normalmente lo proporciona el licenciador y en él se especifica el alcance del servicio de mantenimiento que se proporcionará. Como ya se mencionó anteriormente dicho costo lo proporciono el licenciador; el cual fué de \$ 186'984,000 de pesos. Este presupuesto ampara refacciones, servicio de mantenimiento preventivo y correctivo, y mano de obra. Y su tendencia inflacionaria fué tambien de 22% anual.

Cargos por depreciación y amortización. Ya se mencionado que son costos virtuales, esto es, se tratan y tienen el efecto de un costo sin serlo. Para calcular el monto de los cargos, se deberán utilizar los porcentajes autorizados por la Ley del Impuesto sobre la Renta. Esta ley especifica que el porcentaje de amortización y depreciación para este tipo de inversión es del 10%. En la tabla 16 se puede observar el desglose del cálculo del presupuesto de depreciación y de amortización.

Costos de Administración. Son, como su nombre indica, los costos provenientes

de realizar la función de administración dentro de la empresa. Sin embargo, tomados en un sentido amplio, pueden no sólo significar los sueldos del gerente o director general y de los contadores, auxiliares, secretarías, así como los gastos de oficina en general. Pero para el estudio que se está realizando estos gastos no se toman puesto que los gastos, ya arriba mencionados no impacta directamente al costo del producto.

Costos de ventas. En ocasiones, el departamento o gerencia de ventas también es llamado de mercadotecnia. En este sentido, ventas o vender no significa sólo hacer llegar el producto al intermediario o consumidor, sino que implica una actividad mucho más amplia. Mercadotecnia puede abarcar, entre otras muchas actividades, la investigación y el desarrollo de nuevos mercados o de nuevos productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores. Como se observa, un departamento de mercadotecnia puede constar no sólo de un gerente, una secretaria, vendedores y choferes, sino de personal altamente

Presupuesto de Ingresos por Ventas

| CICLO | Pronósticos Ventas (Kilogramos) | Precio de Venta (*) (Pesos/kg) | Monto por Ventas (000'Pesos) |
|-------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1991 | 78,075 | 32,861 | 2'565,623 |
| 1992 | 81,180 | 41,078 | 3'334,550 |
| 1993 | 83,160 | 51,345 | 4'269,850 |
| 1994 | 85,635 | 64,182 | 5'498,226 |
| 1995 | 87,120 | 80,227 | 6'989,376 |
| 1996 | 89,595 | 100,284 | 8'984,945 |
| 1997 | 91,575 | 125,355 | 11'479,384 |
| 1998 | 93,555 | 156,693 | 14'479,384 |
| 1999 | 95,535 | 195,867 | 18'712,154 |
| 2000 | 98,010 | 244,834 | 23'996,180 |

(*) Se calcula con base a una tasa promedio de inflación de 22% en el periodo considerado

Tabla 15. Tabla de Ingresos por ventas por año, para el decenio en estudio

COSTOS DE PRODUCCION

| Concepto | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|-------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Volumen de Producción (Kgs) | 235,125 | 241,065 | 247,995 | 253,935 | 260,865 | 267,300 | 273,240 | 279,180 | 286,110 | 291,555 |
| Costo de Materia Prima | 918,163 | 1' 176,699 | 1' 513,157 | 1' 936,750 | 2' 487,006 | 3' 185,445 | 4' 070,290 | 5' 198,469 | 6' 659,386 | 8' 482,652 |
| Mano de Obra directa ¹ | 86,400 | 105,408 | 128,598 | 156,890 | 191,406 | 233,515 | 284,888 | 347,563 | 424,027 | 517,313 |
| Mano de Obra indirecta ¹ | 51,324 | 62,615 | 76,390 | 93,196 | 113,699 | 138,713 | 169,230 | 206,583 | 252,031 | 307,478 |
| Insumos | 20,845 | 26,383 | 32,981 | 42,372 | 53,776 | 68,144 | 86,222 | 109,096 | 138,419 | 174,878 |
| Mantenimiento ¹ | 186,984 | 228,121 | 278,308 | 339,535 | 414,233 | 505,364 | 616,544 | 752,184 | 917,664 | 1'119,550 |
| Total de Costos | 1'263,716 | 1'549,426 | 1'999,434 | 2'568,743 | 3'260,120 | 4'131,181 | 5'227,174 | 6'613,895 | 8'613,895 | 10'601,871 |

(1) Se calculó con base a una tasa promedio de inflación de 22% anual en el período considerado

Tabla 14. Tabla de Costos de Producción. Los conceptos tienen unidades en miles de pesos, a menos que se indique lo contrario.

capacitado y especializado, cuya función no es precisamente vender. La magnitud del costo de ventas dependerá tanto del tamaño de la empresa, como del tipo de actividades que los promotores de este departamento. Para el caso presente dicho costo ya se ha incluido en el precio de venta, de esto se encargó el departamento de mercadotecnia de Procesadora "Aztecas" S.A. de C.V.

Costos de Financiamiento. Son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo. Para el proyecto de Procesadora de cacao "Aztecas" no se requirió de solicitar un préstamo; puesto que los socios inversionistas fueron los que solventaron la inversión del proyecto.

Todos los costos antes mencionados se muestran en las tablas 14, 15, 16 y 19, en donde también se podrán ver las proyecciones de cada algunos de estos costos, para todos los años del decenio en estudio, así como el desglose de otros.

Para realizar un estado de resultados adecuado, debe basarse en la **Ley del Impuesto sobre la Renta**, en lo referente a las secciones de ingresos y costos deducibles de impuestos, aunque no se tiene que olvidar que en la evaluación de proyectos se está planeando y pronosticando los resultados probables que tendrá una entidad productiva. Se le llama pro-forma porque esto significa proyectado, lo que en realidad se hace al llevar a cabo una evaluación: proyectar (para este proyecto fué 10 años) los resultados económicos que se calculan que tendrá la empresa, a lo largo de los años que comprenden el periodo en cuestión.

Una tabla de estado de resultados se define por medio de los siguientes conceptos:

- 1).- Ingresos por ventas.
- 2).- Costo de producción.
- 3).- Costo de administración.
- 4).- Costos de ventas.
- 5).- Costos financieros.

- 6).- Impuesto Sobre la Renta.
- 7).- Reparto de Utilidades a los Trabajadores.
- 8).- Amortización y Depreciación.
- 9).- Flujo Neto de Efectivo.

Como ya se menciono anteriormente los conceptos de costos de; administración, ventas y financieros, no tendran intervención en este estudio, puesto que su valor se consideró de cero. Por lo tanto la tabla de estados de resultados para la evaluación de proyecto Procesadora de cacao "Azrecas" - Carlo & montanari, constara de los siguientes conceptos:

- 1).- Ingresos por ventas.
- 2).- Costos de producción.
- 3).- Depreciación.
- 4).- Utilidad Bruta.
- 5).- Impuesto Sobre la Renta.
- 6).- Utilidad Neta.
- 7).- Amortización.
- 8).- Flujo Neto de Efectivo.

Un punto muy discutible es el hecho de sumar a la utilidad neta, después de los impuestos, la amortización. El enfoque que se puede dar a esta situación es el siguiente: Los cargos por amortización son un mecanismo fiscal ideado por el gobierno para que el proyecto recupere la inversión hecha en cualesquiera de sus fases. Por otro lado, la importancia de calcular el estado de resultados es la posibilidad de determinar los flujos netos de efectivo, que son las cantidades que se usan en la evaluación económica. Mientras mayores sean los flujos netos de efectivo (FNE), mejor será la rentabilidad económica de la empresa o del proyecto de que se trate. Los FNE reales de un proyecto en marcha sí contienen los montos de amortización, pues en realidad sí representan dinero sobrante, pero se discute el hecho de que en la evaluación económica se "inflen" los FNE con dinero no proveniente de las operaciones de la empresa. A pesar de lo anterior, lo más usual es sumar los cargos de

amortización.

Por último, falta aclarar que para los conceptos de Impuesto Sobre la Renta (ISR) y Reparto de Utilidades a Trabajadores (RUT), la Ley de Impuesto Sobre la Renta indica que para el concepto de ISR el porcentaje que se aplica es del 42% sobre la utilidad bruta y para el RUT el 10% también sobre la misma utilidad.

La recopilación de estos últimos conceptos se muestran en la tabla 19. Que es la Tabla de Estados de Resultados del proyecto Procesadora de cacao "Aztecas" S.A. de C.V.

Definición de las inversiones en maquinaria y tecnología.

INVERSION Y DEPRECIACION DEL EQUIPO DE PROCESO (000' PESOS)

| Concepto | Costo Inicial | % Amortizacion | Monto Amortizacion |
|---|------------------|----------------|--------------------|
| Separador y Clasificador electromagnetico | 257,232 | 10 | 25,723 |
| Tostador vertical continuo de aire caliente | 480,231 | 10 | 48,023 |
| Descarilladora de rodillos neumaticos | 496,933 | 10 | 49,693 |
| Molino de discos de pernos, estriados | 228,616 | 10 | 22,862 |
| Refinadora de rodillos estriados ajustables | 692,826 | 10 | 69,283 |
| TOTAL | 2'155,838 | | 215,584 |

Tabla 16. Tabla de Inversión en equipo y, depreciación y amortización del mismo

Costo de Instalacion de Equipos
(000'PESOS)

| Concepto | Monto del Costo |
|---|-----------------|
| Montaje de Equipos y maquinaria de servicios | 54,773 |
| Instalacion de Materiales electronicos | 109,547 |
| Equipos y Materiales de Instrumentacion | 200,835 |
| TOTAL | 365,155 |

Tabla 17. Desglose de gastos de instalación de equipos

En esta parte del presente trabajo se expondrá el costo de equipo y tecnología que el licenciador Carlo & Montanari proporcionó a la Procesadora "Aztecas", dicho proveedor de tecnología presento las tablas 16, 17 y 20, donde se define el costo de equipo, el costo de instalación, el costo de tecnología entre otros, de los cuales ressaltamos la capacitación del personal que interviene directamente dentro del proceso.

Los conceptos de administración de proyecto, preoperación, asistencia técnica y capacitación, que se encuentran en la tabla 20, se definirán a continuación.

Administración del proyecto. Se comprenden en esta función general todas aquellas erogaciones que deben de realizarse para la coordinación y control de las funciones administrativas propiamente dichas, tanto para la fase proyecto, como para la fase preoperativa del proceso.

Las principales partidas presupuestales que conforman esta función administrativa son:

Personal.- Que se refiere a los sueldos y prestaciones del personal de la empresa que colaborará directamente con la dirección de proyectos en los renglones de control presupuestal y control de gastos.

Procesamiento de Datos.- Se considera esta partida presupuestal para un con-

| CONCEPTO | MONTO (000'PESOS) |
|------------------------|-------------------|
| Personal | 25,997 |
| Procesamiento de datos | 6,499 |
| <hr/> TOTAL | <hr/> 32,496 |

Tabla 18. Definición de los costos de administración del proyecto

trol presupuestal computarizado, mediante el cual pueden considerarse actividades de ingeniería, compras y administración que deben desarrollarse en la planta, mediante aplicación de sistemas apropiados para cada caso. La definición de la inversión se muestra en la tabla 18.

Gastos de Preoperación del proceso. Bajo esta denominación se incluyen todos aquellos costos definidos por el grupo de trabajo que operará el proceso en forma

FLUJO NETO DE EFECTIVO

| Concepto | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Ingresos por Ventas | 2' 565, 623 | 3' 344, 530 | 4' 296, 850 | 5' 496, 226 | 6' 989, 376 | 8' 954, 945 | 11' 479, 384 | 14' 659, 414 | 18' 712, 154 | 23' 996, 180 |
| Costo de producción | 1' 263, 716 | 1' 599, 426 | 1' 999, 434 | 2' 568, 743 | 3' 260, 120 | 4' 131, 181 | 5' 227, 174 | 6' 613, 895 | 8' 391, 527 | 10' 601, 871 |
| Depreciación | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 |
| Utilidad bruta | 1' 086, 323 | 1' 529, 540 | 2' 081, 832 | 2' 711, 899 | 3' 513, 672 | 4' 608, 180 | 6' 036, 626 | 7' 829, 935 | 10' 105, 083 | 13' 178, 725 |
| I.S.R. | 456, 256 | 642, 407 | 874, 369 | 1' 138, 998 | 1' 475, 742 | 1' 935, 436 | 2' 535, 383 | 3' 288, 573 | 4' 244, 118 | 5' 535, 065 |
| R.U.T. | 108, 632 | 152, 954 | 208, 183 | 271, 190 | 351, 367 | 460, 818 | 603, 663 | 782, 994 | 1' 010, 504 | 1' 317, 873 |
| Utilidad neta | 521, 584 | 734, 179 | 999, 280 | 1' 301, 711 | 1' 686, 563 | 2' 211, 926 | 2' 897, 580 | 3' 758, 368 | 4' 850, 421 | 6' 325, 787 |
| Amortización | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 | 215, 584 |
| Flujo neto de efectivo | 737, 019 | 949, 763 | 1' 214, 864 | 1' 517, 295 | 1' 902, 147 | 2' 427, 510 | 3' 113, 164 | 3' 973, 952 | 5' 066, 005 | 6' 541, 371 |

Tabla 19. Tabla de Estados de Resultados del Proyecto Procesadora "Aztecas - Carlo & Montanari. Todos los conceptos tienen unidades de miles de pesos.

definitiva; mientras se mantiene la etapa de instalación de equipos. Estos costo, se desglozan de la siguiente forma.

Personal.- Se refiere a los gastos incurridos por sueldos, salarios y prestaciones del personal contratado por la empresa, para operar en el proceso mientras se preparan para el arranque definitivo durante la etapa de instalación de equipos.

| CONCEPTO | MONTO (000' PESOS) |
|-----------------------------------|--------------------|
| Personal | 25,142 |
| Asistencia técnica y capacitación | 16,762 |
| <hr/> TOTAL | <hr/> 41,904 |

Tabla 20. Definición de los costos de preoperación del proceso

Asistencia técnica y capacitación.- Estos gastos se refieren a los pagos que se deben de hacer a terceros; por la capacitación que debe de darse al personal clave en el proceso y en que el proveedor de la tecnología pueda conseguir servicios de capacitación (por la colaboración que recibiría de especialistas extranjeros para el arranque de equipos especializados y para el arranque inicial del proceso). En la tabla 19 se muestra el desglose del monto de este concepto.

La definición de inversión total del proyecto, se muestra en la tabla 20. Como puede observarse el monto total de inversión es de 3'327,969,000.00 pesos. Lo cual implica que la inversión de esta sea de; 1'118,269.00 dolares U.S.. Tomando el tipo de cambio de 2,976 pesos por dolar del mes de noviembre de 1990.

Proyecto Procesadora "Aztecas" - Carlo & Montanari

| Concepto | Inversion |
|---|---------------|
| Equipo y Maquinaria de proceso ¹ | 2'155'838,000 |
| Gastos Instalacion de equipos | 365'155,000 |
| Obra civil | ----- |
| Fletes, Seguro de embarques e impuestos ² | 672'576,000 |
| Subtotal (gastos tangibles) | 3'193'569,000 |
| Administracion del proyecto | 32,496,000 |
| Gastos de preoperacion | 41'904,000 |
| Subtotal (gasto intangibles) | 74'400,000 |
| Imprevistos | 60'000,000 |
| Total Inversion del Proyecto | 3'327'969,000 |

(1) Puesto en su lugar de origen

(2) Traslado de equipos desde su origen a la planta

Tabla 20. Tabla de Inversión total inicial del proyecto Procesadora de cacao - C. & M.

Inversión en obras complementarias

En este caso, esto no será necesario. Puesto que al obtener las dimensiones y características de los equipos, el proveedor hizo una localización y medición de los equipos en el área de proceso a modificar. Ahí se comprobó que no eran necesarias obras de ingeniería civil, por lo que se concluyó que la inversión en esta parte del proyecto no era necesaria.

Capítulo VII

Análisis de Rentabilidad

Valor Presente Neto (VPN)

Se define como el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados de la inversión inicial.

Por medio de una tabla de estado de resultados podemos obtener los flujos netos de efectivo (FNE) que serán usados para llevar a cabo la evaluación económica.

La presentación de los FNE se hace por medio de la tabla siguiente; la cual contempla un horizonte de 10 años. Dicho Horizonte se dividirá en secciones, tomando la extrema izquierda como el origen del proyecto a tiempo cero. Las ganancias anuales se representan con una flecha hacia arriba, y los desembolsos o flujo negativo es solamente la inversión inicial

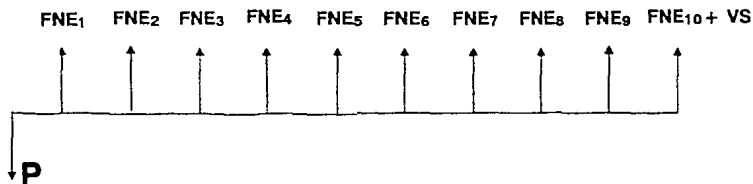


Figura 31. Diagrama de Flujo Neto de Efectivo para un periodo de diez años

en el tiempo cero.

Cuando se requiere conocer el valor a futuro equivalente de una inversión en el presente, se requiere de un interés "i" o crecimiento del dinero. Ahora al querer saber a partir de las

inversiones futuras la inversión en el presente, se hace uso de una “tasa de descuento” la cual descuenta el valor del dinero del futuro para obtener su equivalencia en el presente hasta un tiempo cero; a estos flujos se les conoce como flujos descontados.

Por lo tanto si se suman todos los flujos descontados en el presente y se restan a la inversión inicial equivale a hacer la comparación de ganancias esperadas contra desembolsos necesarios, llevándolo a su valor presente o tiempo cero. Dicha diferencia o comparación debe de ser mayor que cero ($VPN > 0$) para aceptar el proyecto. Para el cálculo de VPN se necesita el costo de capital o la tasa mínima de aceptación de retorno (TMAR).

La inversión inicial puede provenir de varias fuentes: personas físicas (inversionistas), personas morales (otras empresas), instituciones de crédito (bancos), o una mezcla de todos los anteriores. Cada uno de ellos tendrá un costo asociado al capital que aporte, y la empresa que invirtió tendrá un costo de capital propio.

Toda fuente siempre tiene en mente una tasa de mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, la cual es llamada tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

Sería muy acertado hacer una pregunta ¿En base a qué se fija una TMAR?. Algunos creen que es el rendimiento que ofrece un banco o plazo fijo de un pagare, pero esto desaparece puesto que este rendimiento se llega a rebasar por la inflación, la cual produce una pérdida del poder del dinero. Si se considera un interés igual al índice inflacionario, el capital invertido mantendría su poder adquisitivo o poder del dinero. Por lo tanto puede aceptarse que la referencia sería el índice inflacionario.

Sin embargo los inversionistas, no solo quieren mantener su poder adquisitivo, sino que esté tenga un crecimiento real más allá de haber compensado los efectos de la inflación.

Entonces: $TMAR = \text{índice inflacionario} + \text{rendimiento}$

Al hacer la evaluación de TMAR en un horizonte de 10 años, está no debe ser válida solo en el momento de la evaluación, sino durante los 10 años. Por lo tanto el índice inflacionario para calcular la TMAR debe de ser el promedio del índice inflacionario pronosticado para los próximos 10 años. Los pronósticos pueden ser de varias fuentes:

nacionales (como los pronósticos del Banco de México) o extranjeros (como los pronósticos de Diemex - Worton y otros).

Referente al segundo término de la ecuación para calcular TMAR, el rendimiento o riesgo-rendimiento se considera que debe ser entre 10 y 15%. Esto no es totalmente cierto, ya que depende del riesgo - rendimiento en que se incurra al hacer una inversión.

En el mercado de valores (bolsa de valores) existen diferentes tipos de riesgo - rendimiento en las inversiones, que dependen del tipo de acción que de acuerdo a ello reporta diferentes rendimientos. La definición puede estar en función de dos estudios; uno sería el analizar las actividades por tipo de acciones y otro sería por medio del estudio de mercado, para darse cuenta de las condiciones reales del mismo y el riesgo que se tiene al tratar de introducirse en él. No hay que olvidar que a mayor riesgo, mayor tasa de rendimiento. De acuerdo a la casa de bolsa, el rendimiento ofrecido a este tipo de inversión es de 15%

Si la TMAR aplicada en el cálculo del VPN fuera la tasa inflacionaria promedio pronosticada para los próximos 10 años, implicaría que el poder adquisitivo real se mantenga como en el año cero siempre y cuando se reinviertan todas las ganancias. Con $VPN = 0$ se indica que no aumenta el patrimonio de la empresa en los 10 años, lo que nos lleva a que la TMAR es igual al promedio de inflación. Pero puede suceder que el $VPN = 0$ pero se aumentó el patrimonio de la empresa, lo que nos lleva a que la TMAR aplicada fue superior a la tasa inflacionaria promedio para el periodo proyectado.

Ahora cuando $VPN > 0$ sin importar cuanto lo sea, implica una ganancia extra después de ganar la TMAR aplicada a lo largo del periodo considerado. Por lo que aquí se puede demostrar la importancia que tiene seleccionar una TMAR adecuada.

Al hacer la compra de un activo, éste, con el uso del tiempo se deprecia; queriendo decir que conforme pasa el tiempo el bien vale menos. Por lo tanto, este bien entra en la denominación amortización que significa cargo anual que se hace para recuperar esa inversión.

Cualquier empresa que haga uso de la amortización, debiera basarse en la Ley de

El cálculo de VPN para cualquier período se realiza mediante la siguiente expresión:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n + VS}{(1+i)^n}$$

donde: P = Inversión Total Inicial

n = Período anual

i = Interés

FNE = Flujo Neto de Efectivo

VS = Valor de Amortización

Impuesto sobre la Renta.

El gobierno, al dar este beneficio al causante o beneficiario acepta que toda inversión pueda ser recuperada por la vía fiscal (excepto el capital del trabajo). Esto se logra cuando el inversionista declara un cargo llamado "costo de amortización". La inversión y el desembolso de dinero ya se realizó en el momento de la compra, y hacer un cargo por el concepto mencionado implica que en realidad ya no está desembolsando ese dinero; entonces se está recuperando. Queriendo decir con esto, que al ser cargado el costo; por un lado se obtiene un pago menor de impuestos, y por otro es dinero en efectivo disponible.

Como puede verse, VPN es inversamente proporcional al valor de "i" aplicado; lo cual indica (si "i" aplicada es la TMAR) que si se pide un mayor rendimiento a la inversión (o sea que la tasa mínima aceptable sea muy alta) el VPN puede llegar a ser negativo y por lo tanto se rechazaría el proyecto. Esto se puede representar por medio de la figura 31.

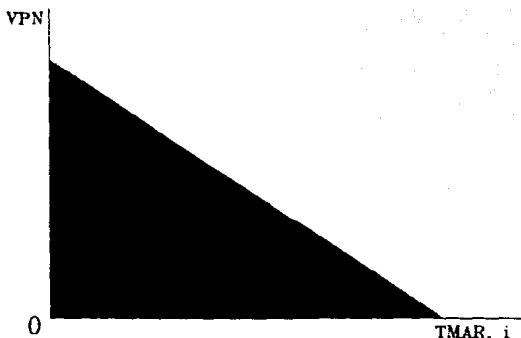


Figura 31. Relación del VPN con TMAR ó "i"

Para el cálculo de VPN se tienen dos métodos, que son: con flujos constantes y flujos inflacionados

Calculo del VPN con flujos constantes

(000PESOS)

$$VPN = - 3'327,969 + 737,019 \left[\frac{(1+0.15)^{10} - 1}{(0.15)(1+0.15)^{10}} \right] + \frac{215,584}{(1+0.15)^{10}}$$

$$VPN = - 3'327,969 + 3'898,928 + 53,891$$

$$VPN = 424,850$$

Por lo tanto, ya que $VPN \gg 0$. El proyecto se acepta

Calculo del VPN con flujos inflacionados
(000'PESOS)

$$\begin{aligned}
 \text{VPN} = & - 3'327,989 + \frac{737,019}{(1 + 0.4)^1} + \frac{949,763}{(1 + 0.4)^2} + \frac{1,214,864}{(1 + 0.4)^3} + \frac{1'517,295}{(1 + 0.4)^4} + \\
 & \frac{1'902,147}{(1 + 0.4)^5} + \frac{2'427,510}{(1 + 0.4)^6} + \frac{3,113,164}{(1 + 0.4)^7} + \frac{3'973,952}{(1 + 0.4)^8} + \frac{5'068,005}{(1 + 0.4)^9} + \\
 & \frac{6'541,371}{(1 + 0.4)^{10}} + \frac{215,584}{(1 + 0.4)^{11}}
 \end{aligned}$$

$$\text{VPN} = 240,218$$

Ya que $\text{VPN} \gg 0$. El proyecto se acepta

Por lo anterior, se puede concluir en general los siguientes puntos:

- 1) Se interpreta fácilmente su resultado en términos monetarios.
- 2) Supone una reinversión total de todas las ganancias anuales, lo cual no sucede en la mayoría de las empresas.
- 3) Su valor depende exclusivamente de la "i" aplicada. Y el valor de la "i" la determina el evaluador.
- 4) Los criterios de evaluación son: si $\text{VPN} > 0$ acéptese la inversión; si $\text{VPN} < 0$, rechácese.

FORMULA PARA EL CALCULO DE TIR

$$P = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n + VS}{(1+i)^n}$$

donde: P = Inversion Total Inicial

n = Periodo anual

i = Interes

FNE = Flujo Neto de Efectivo

VS = Valor de Amortizacion

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

Como se mencionó anteriormente cuando la TMAR llega a ser tan alta, que el VPN llega a ser cero, solo se está ganando el TMAR invertido y por lo tanto el proyecto se podría aprobar, puesto que se esta ganando lo mínimo fijado como rendimiento. Por lo tanto la ecuación anterior se puede reescribir como se muestra en la formula para el cálculo de TIR.

Por medio de esta ecuación se encuentra el rendimiento real de la inversión, el cual se determina como sigue: a) Se define con anterioridad una TMAR fija; b) Se usa la ecuación

número en la cual la "i" se deja como incógnita y por medio de tanteos (prueba y error) se busca la igualdad de la ecuación o sea hasta que los flujos descontados se igualen a la inversión inicial.

La "i" encontrada se denomina Tasa Interna de Retorno, la cual supone que se reinvierte en su totalidad el dinero, año con año.

El criterio de aceptación del TIR es el siguiente: Si la TIR es mayor que la TMAR se aceptará la inversión; esto es que el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, la inversión es económicamente rentable.

Una limitante que tiene el método es que; cuando los FNE son diferentes cada año, el único método de cálculo es el uso de la ecuación anterior, la cual es un polinomio de alto grado. La solución de la ecuación para obtener "i" está regida por la Ley de los Signos de Descartes, que expresa "el número de raíces reales positivas, no puede exceder al número de cambios de signo en la serie de coeficientes". Esto nos lleva a que necesariamente el número de cambios de signo es un límite superior para el número de valores de "i".

Ahora que se pueden dar 2 casos diferentes al anterior. El primero puede ser cuando no haya cambios de signo, lo que deriva en que no puede encontrarse una "i", y esto indicaría que existen ganancias sin haber inversión. El segundo puede ser cuando exista un solo cambio de signo, lo que indicaría que existiría un solo valor de la TIR; que equivale a decir que hay una sola inversión y por lo tanto 10 coeficientes (o ganancias).

Puede existir un tercer caso, cuando existen 2 cambios de signo en los coeficientes, por lo que se pueden encontrar dos raíces de "i". Lo que nos indica que hay una inversión inicial (primer cambio de signo) y en cualesquiera de los años de operación existiera una pérdida, lo que provocaría que su FNE fuera negativo provocando un segundo cambio de signo, y por lo tanto se genere la obtención de dos TIR, lo cual no tiene significado económico.

En una evaluación de proyecto en la realidad, se puede dar el caso de que exista una pérdida en determinado tiempo. Para esta situación es más viable no hacer uso de la TIR como método de evaluación y, en cambio se recomienda mejor usar el método VPN que no

presenta esta desventaja.

Existen dos formas de trabajar con el estado de resultados para obtener los FNE y calcular con ellos la TIR: El primero de ellos es el de considerar los FNE del primer año, constantes a lo largo del horizonte de planeación; el segundo consiste en el considerar los

$$\text{TMAR} = 0.25 + 0.15$$

Calculo del TIR con flujos constantes (000'PESOS)

$$3'327,969 = 737,019 \left[\frac{(1+i)^{10} - 1}{i(1+i)^{10}} \right] + \frac{215,584}{(1+i)^{10}}$$

$$i = 18.218 \%$$

Ya que i de TIR es $0.18218 \gg 0.15$ que se ofrecio, el proyecto se acepta

efectos inflacionarios sobre los FNE de cada año.

Como puede observarse en el cálculo de TIR con FNE constantes y el cálculo de TIR con FNE inflados, varía en gran medida el valor de TIR.

En países como México, que padecen tasas inflacionarias no constantes y devaluación económica; tienen que considerar que un costo de operación es poco probable que permanezca constante durante un año y los subsiguientes. Por lo que a partir del segundo año aumentan, así que suponer lo contrario sería inadecuado.

A pesar de la diferencia que se llega a encontrar en ambos métodos, se consideran

Calculo del TIR con flujos inflacionados (000'PESOS)

$$\begin{aligned}
 3'327,989 &= \frac{737,019}{(1+i)^1} + \frac{949,763}{(1+i)^2} + \frac{1,214,864}{(1+i)^3} + \frac{1'517,295}{(1+i)^4} + \\
 &\frac{1'902,147}{(1+i)^5} + \frac{2'427,510}{(1+i)^6} + \frac{3,113,164}{(1+i)^7} + \frac{3'973,952}{(1+i)^8} + \frac{5'066,005}{(1+i)^9} + \\
 &\frac{6'541,371}{(1+i)^{10}} + \frac{215,584}{(1+i)^{10}}
 \end{aligned}$$

$$i = 42.106 \%$$

Ya que "i" de TIR es 0.43789 > 0.4 ofrecido
el proyecto se acepta

optativos para evaluar proyectos. Sin embargo, deberán observarse las siguientes restricciones en su aplicación:

- 1) Para evaluar no se tiene en cuenta el capital de trabajo.
- 2) No se considere revaluación de activos al hacer cargos de depreciación y amortización.
- 3) En ambos métodos debe mantenerse constante el nivel de producción del primer año.
- 4) Si se está considerando el método de FNE constantes, no se puede incluir financiamiento. Recuérdese que si hay financiamiento, los FNE se alteran con el paso del tiempo.

Capítulo VIII

Conclusiones y Recomendaciones de Actividades

Conclusiones

Aunque las técnicas de evaluación de proyectos nos dan una amplia información para la toma de decisiones, no son los únicos medios ni los más confiables para ello.

Conforme se coordine a los diferentes proyectistas y especialistas; se logrará una realización bastante satisfactoria del proyecto. Esta coordinación debe de estar presente durante las distintas etapas para lograr que el proyecto se cumpla en su mejor forma. Todo esto quiere decir que se mantenga dentro de los parámetros, el tiempo que se planeó, manteniendo, y de ser posible, reducir los gastos, y logrando la calidad deseada.

Podemos concluir también que para los ingenieros químicos es fundamental el tener conocimiento de las diferentes etapas para la realización del proyecto. Aunque esto deberá ser más profundo en ingeniería básica y de detalle, y demás ingenierías porque al interrelacionarse con los demás profesionistas lo necesitará.

La selección de Tecnología es de gran importancia por la situación actual, puesto que representa, por un lado, salida de divisas y por otro fuente de proceso potencial a nivel competitivo.

Para la situación del país es fundamental una selección adecuada del proyecto, teniendo en cuenta su posible obsolescencia y posible baja de demanda debida a el Tratado de Libre Comercio (TLC).

Con los estudios de VPN y TIR se observó y se concluyó que el proyecto es bastante viable. Y también que en base a los flujos de efectivo, obtenidos en la tabla de resultados, son bastantes solventes, además al observar la tabla antes mencionada la recuperación se da a partir del 4o. año.

La realización adecuada de las etapas del proyecto apegada a un programa realista,

redundará en un menor tiempo de realización, en menores gastos de inversión y en el éxito total del proyecto

Recomendaciones

El visualizar un mayor campo de aplicaciones del producto o advertir algún producto sucedáneo es una labor del ingeniero químico.

Con bastante información se podrán tener buenas estimaciones, pero la confiabilidad de estas queda limitada por el origen de la información.

En base a la situación actual y el TLC, se debe de tener la habilidad necesaria para adecuar o implementar el proyecto a los recursos del país.

Aunque la presente tesis ha mostrado que el proyecto es bastante viable, se debe de llevar un control de presupuestos y flujo de dinero.

Capítulo IX

Bibliografía

- 1.- Baca Urbina Gabriel. Evaluación de proyectos
Libros Mc-Graw Hill de México, S.A. de C.V.
México, 1987
- 2.- Chase R.B. and Aquilano N.J.
Production and Operations Management
Richard D. Irwin Inc. U.S.A. 1977
- 3.- Lloyd E. Brownell.
Process Equipment Design
Vessel Design, U.S.A. 1959
- 4.- Rase and Barrow.
Ingeniería de proyecto para plantas de proceso
CECSA México 1981
- 5.- Thierauf R.J. y Grasse R.A.
Toma de decisiones por medio de investigación de operaciones.
Limusa - Willey, S.A. México 1972
- 6.- Blasco Ibañez y Cerro Largo.
Enciclopedia Ilustrada Cambre Tomo II
Grober International Inc. México D.F. 1987
- 7.- Enciclopedia Britanica, Inc. (Cuerpo de Redacción).
Enciclopedia Balsa de consulta fácil Tomo IV
Enciclopedia Britanica Inc. México D.F. 1986

- 8.- Grolier International Inc.
Nueva Enciclopedia Temática
Editorial Cumbre S.A. México, D.F. 1988
- 9.- W.M. Jackson, Inc.
El nuevo tesoro de la juventud Tomo III
Grolier International Inc. México D.F. 1970
- 10.- Selecciones Readers Digest.
Gran Diccionario Enciclopédico Tomo II
México D.F. 1979
- 11.- Bucay B.
Contribuciones a una teoría del desarrollo de la industria de proceso
Revista I.M.I.Q. Diciembre 1972
- 12.- Stanford Research Institute.
Process Economic Program
Melo Park, California
- 13.- Aparicio Lazcano J.M. y Otros.
Análisis para la construcción de una planta de proceso
Tesis profesional U.N.A.M. 1980
- 14.- Garmendía T.C. y Otros.
La importancia de la administración en la formulación y evaluación de proyectos de inversión.
Tesis profesional U.N.A.M. Facultad de Contaduría y Administración 1976
- 15.- Vizcaya Torres V.M.
Administración y Dirección de un proyecto industrial.
Tesis profesional U.N.A.M. 1971