

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA BENEFICIADORA DE CACAO

213

RICARDO GOVEA MENDOZA



INGENIERO QUIMICO

1976



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS 1976.
M.T.

CLAS. Tesis
ADQ. M.T.
FECHA 1976
PROC. 1976

216



QUIMICA

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE: EDUARDO ROJO Y DE REGIL
VOCAL: GUILLERMO ALCAYDE LACORTE
SECRETARIO: MARIO RAMIREZ Y OTERO
1er. SUPLENTE: JOSE LANDEROS ORTIZ
2do. SUPLENTE: ALFONSO FRANYUTTI ALTAMIRANO

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

COMISION NACIONAL DEL CACAO

SUSTENTANTE: RICARDO GOVEA MENDOZA

ASESOR DEL TEMA: MARIO RAMIREZ Y OTERO

A mis padres

Jesús y Rebeca

INDICE GENERAL

INTRODUCCION	PAGINA
CAPITULO 1 GENERALIDADES DEL BENEFICIO DEL CACAO	13
1.1 BREVE HISTORIA DEL CACAO	13
1.2 CLASIFICACION	13
1.3 DESCRIPCION DE LAS SEMILLAS	15
1.4 COMPOSICION	15
1.5 BENEFICIO Y BENEFICIADORAS	17
1.6 FERMENTACION	18
1.6.1 Fermentación de la pulpa	19
1.6.1.1 Fermentación alcohólica o anaeróbica	19
1.6.1.2 Fermentación acética o aeróbica	20
1.6.2 Condensación oxidativa de los compo- nentes de los cotiledones	20
1.7 SECADO	22
1.8 METODOS TRADICIONALES DE BENEFICIO	23
1.8.1 Modalidades de fermentación	23
1.8.1.1 Fermentación en canastas	24
1.8.1.2 Fermentación en montones	24
1.8.1.3 Fermentación en cajas	24
1.8.2 Modalidades del secado	26
1.8.2.1 Secado natural	26
1.8.2.2 Secado artificial	27

1.9	EL BENEFICIO DEL CACAO EN MEXICO	28
1.9.1	Lavado/Secado/Envase	29
1.9.2	Fermentación/Secado/Limpieza/Envase	29
1.9.3	Fermentación/Lavado/Secado/Limpieza/Envase	29
1.9.4	Fermentación/Lavado/Secado/Limpieza /Clasificación/Envase	30
CAPITULO 2 ANTECEDENTES		32
2.1	SITUACION ACTUAL DEL CACAO MEXICANO	32
2.2	NECESIDAD DE FERMENTAR	34
2.3	ANALISIS DE MERCADO	35
2.3.1	Descripción del producto	35
2.3.2	Usos del producto	35
2.3.3	Calidad exigida por la industria	36
2.3.4	Producción nacional de grano y su tendencia para 1980	37
2.3.5	Consumo nacional de grano y su tendencia para 1980	39
2.3.6	Exportaciones de semielaborados del cacao	41
2.3.7	Precios	42
2.3.8	Capacidad instalada	44
2.3.9	Alternativas del producto	45
2.3.9.1	Entregar a intermediarios	46
2.3.9.2	Lavar y secar por su cuenta y entregar en Asociación	46

2.3.9.3	Entregar fresco en Beneficiadora	47
2.3.9.4	Fermentar por su cuenta y entregar en Asociación	47
CAPITULO 3 DISEÑO		49
3.1	LOCALIZACION DE LA PLANTA	49
3.1.1	Macrolocalización	49
3.1.2	Microlocalización	49
3.2	ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA	51
3.3	CAPACIDAD DE LA PLANTA	52
3.4	ELECCION DEL PROCESO	56
3.4.1	Alternativas técnicas	56
3.4.2	Discusión de las alternativas técnicas	56
3.4.2.1	Fermentación	63
3.4.2.1.1	En canastas o en bandejas	63
3.4.2.1.2	En cajas	63
3.4.2.1.3	En otros	63
3.4.2.2	Secado	63
3.4.2.2.1	Natural	64
3.4.2.2.2	Artificial	65
3.4.2.3	Lavado	65
3.4.2.4	Limpieza	66
3.4.2.5	Selección	66
3.4.3	Proceso elegido	66
3.5	BALANCE DE MATERIALES DEL PROCESO	69

3.6	DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS PRINCIPALES	69
3.6.1	Datos principales	69
3.6.2	Recepción	70
3.6.3	Fermentación	70
3.6.4	Secado	73
3.6.4.1	Composición de la masa de cacao durante el secado	73
3.6.4.2	Primera fase del secado	73
3.6.4.2.1	Cálculo del volumen de aire necesario para secar	74
3.6.4.2.2	Cálculo de la cantidad necesaria de combustible	74
3.6.4.3	Segunda fase del secado	75
3.6.4.4	Dimensionamiento del intercambiador de calor	75
3.6.4.4.1	Coefficiente de transferencia de calor	76
3.6.4.4.2	Media logarítmica del incremento de temperatura	77
3.6.4.4.3	Area de transferencia requerida	77
3.6.4.4.4	Determinación del diámetro de chimenea	77
3.6.4.4.5	Determinación del número de tubos	78
3.6.4.4.6	Longitud de tubos	79
3.6.4.4.7	Caída de presión por fuera de tubos	79
3.6.4.4.8	Dimensionamiento de la pileta de secado	83

3.6.5	Limpieza	90
3.6.6	Almacén	92
3.7	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA	92
3.7.1	Recepción	92
3.7.2	Fermentación	94
3.7.3	Secado	96
3.7.4	Limpieza	97
3.7.5	Envase y pesaje	98
3.7.6	Almacenamiento	98
3.7.7	Personal administrativo y mano de obra directa	99
3.7.7.1	Personal administrativo	99
3.7.7.2	Mano de obra directa	99
3.8	RUTA CRÍTICA	100
3.8.1	Actividades	101
3.8.2	Secuenciación y tiempo de las actividades	101
3.8.3	Descripción de las actividades	101
3.8.4	Tiempos de las actividades	104
3.8.5	Gráfica de Gantt	104
3.8.6	Diagrama de red y ruta crítica	104
CAPÍTULO 4	EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	110
4.1	CONSIDERACIONES	110
4.2	FUENTES DE FINANCIAMIENTO	111

4.3	PRESUPUESTO DE INVERSION	112
4.3.1	Presupuesto de inversión inicial en activo fijo	112
4.3.1.1	Terreno	112
4.3.1.2	Obra civil	112
4.3.1.3	Instalación eléctrica	112
4.3.1.4	Ampliación de servicio eléctrico	113
4.3.1.5	Equipos	113
4.3.1.6	Imprevistos	116
4.3.1.7	Gastos de preoperación y arranque	116
4.3.2	Estimación de los índices generales de precios al consumidor para los próximos 10 años	118
4.3.3	Presupuesto de inversión adicional en activo fijo	118
4.3.4	Presupuesto del capital de trabajo inicial	121
4.3.4.1	Estimación del capital de trabajo	121
4.3.5	Presupuesto estimado de inversión total	124
4.4	PRESUPUESTO DE COSTOS ANUALES	125
4.4.1	Presupuesto de costos fijos iniciales	125
4.4.2	Presupuesto de costos fijos adicionales	126
4.4.3	Estimación del presupuesto de costos fijos	127
4.4.4	Presupuesto de costos variables	127
4.4.5	Estimación del presupuesto de costos variables	129

4.4.6	Amortización del crédito refaccionario	130
4.4.6.1	Amortización del crédito refaccionario inicial a 10 años	130
4.4.6.2	Amortización del crédito refaccionario adicional a 5 años	130
4.4.7	Amortización de los créditos refaccionarios	130
4.4.8	Intereses sobre el crédito de avío	131
4.5	COSTO TOTAL	132
4.6	VENTAS	132
4.6.1	Estimación del precio de venta y de las ventas anuales	132
4.7	UTILIDADES	133
4.8	PUNTO DE EQUILIBRIO	133
4.9	OTROS INDICADORES	133
4.9.1	Rentabilidad de la inversión en activo fijo	133
4.9.2	Rentabilidad de la inversión total	133
4.9.3	Rotación de la inversión total	134
4.9.4	Márgen de utilidad	134
4.9.5	Flujo de efectivo	134
4.9.6	Tasa interna de retorno	134
CAPITULO 5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	141
5.1	IMPORTANCIA DEL CACAO	141
5.2	TIPOS DE BENEFICIO	141
5.3	SITUACION DEL CACAO MEXICANO	142

5.4	PROPOSICION DE UN SISTEMA DE BENEFICIO	143
5.5	EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA	144
5.6	RECOMENDACIONES	145
	BIBLIOGRAFIA	146

INTRODUCCION

Existe en el sur de Chiapas, en los alrededores del municipio de Tuxtla Chico, un grupo de más de 1,000 cacaocultores que lavan y secan su producto para recibir el precio de anticipo al entregarlo y un pequeño remanente después de realizarse la venta. El cacao así tratado es de inferior calidad que el fermentado y se ha cotizado siempre por debajo de éste.

Una planta Beneficiadora de cacao en la zona permitiría al productor entregar el cacao fresco, es decir, ahorrarse las labores de lavado y secado, recibir el mismo anticipo y aspirar a mayores remanentes.

Por otra parte, al elevarse la calidad del cacao mediante la fermentación se contaría con un producto de mayor valor agregado para las exportaciones y al mismo tiempo con una mejor materia prima para la industria chocolatera nacional.

Considerando lo anterior el presente trabajo pretende proponer un sistema de beneficio de cacao en la región de Tuxtla Chico, Chiapas, y analizar la factibilidad técnico-económica del mismo.

CAPITULO 1 GENERALIDADES DEL BENEFICIO DEL CACAO

1.1 BREVE HISTORIA DEL CACAO

El árbol de cacao (*Theobroma Cacao*), perteneciente a la familia de las esterculiáceas, es un árbol de clima tropical que puede alcanzar alrededor de 8 metros de altura. Sus frutos, dentro de los cuales se encuentran las semillas envueltas en una pulpa rica en azúcares, surgen implantados en el tronco y en las ramas principales.

Esta planta tuvo origen en América y su cultivo se ha extendido a los Continentes Africano y Asiático, siendo Africa el último en iniciarlo y el principal productor en la actualidad.

Según algunos autores, el cacao se usaba como base para la preparación de una bebida que la corte de Moctezuma acostumbraba y también como moneda corriente en el México Precolombino.

Los conquistadores españoles conocieron el cacao en México y propagaron su consumo en el viejo mundo, iniciando así el desarrollo de la industria chocolatera y de una gran variedad de productos derivados del mismo.

1.2 CLASIFICACION

Los cacaos cultivados difieren grandemente entre si respecto al

color, dimensiones y forma de las distintas partes de la flor, del fruto o de la semilla.

Pese a la discordancia de algunos autores se acepta generalmente la clasificación en tres grandes grupos:

Los Criollo

Se agrupan aquí los cacaos que presentan las mismas características de los antiguos criollo venezolanos y en particular todos los tipos de cotiledones blancos antiguamente cultivados en América Central y en México.

Los Forastero Amazónicos

Comprende todos los cacaos corrientes de Brasil y del oeste africano, así como el cacao "nacional" del Ecuador y numerosos cultivos en América Central y el norte de América del Sur. En este grupo las semillas son más o menos aplastadas y los cotiledones violeta.

Los Trinitario

Agrupar la amplia gama de híbridos entre el Criollo y el Forastero y sus características son imprecisas.

Cabe anotar que en México los grupos representativos son los Forastero y Trinitario, sin embargo el Criollo no ha desaparecido por completo.

1.3 DESCRIPCION DE LAS SEMILLAS

El grano de cacao es una semilla sin albumen que tiene la forma de una haba más o menos gruesa, de 2 a 3 cm. de longitud y está recubierta por una pulpa mucilaginososa de color blanco, de sabor azucarado y ácido. Eliminando la pulpa, la semilla aparece revestida de una cáscara delgada y resistente.

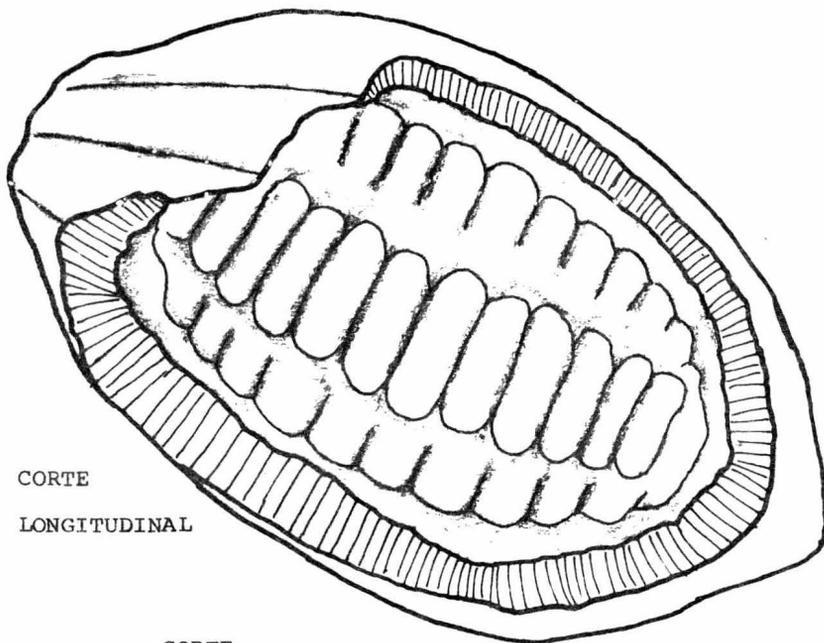
Todo el volumen de la semilla, en el interior del tegumento, está prácticamente ocupado por los dos cotiledones del embrión, cuyos colores pueden variar del blanco de los Criollo al violeta subido de los Forastero, pasando por todos los matices intermedios que es posible encontrar en los híbridos del Trinitario.

Los cotiledones están fuertemente plegados y presentan numerosos lóbulos. (ESQUEMA No. 1)

1.4 COMPOSICION

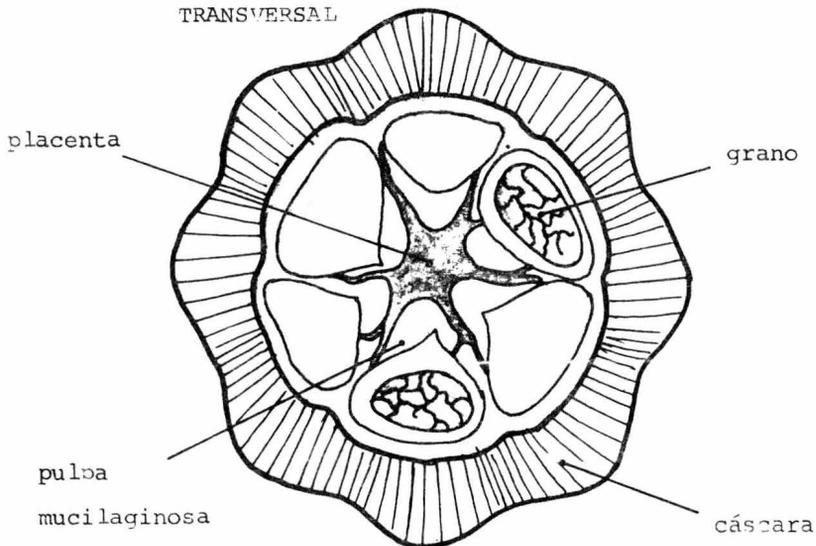
A continuación se presenta la composición típica de las habas frescas de cacao en porcentaje en peso.

	<u>COTILEDONES</u>	<u>PULPA</u>	<u>TEGUMENTO</u>
Agua	35.0	84.5	9.4
Celulosa	3.2	-	13.8
Almidón	4.5	-	46.8
Pentosana	4.9	2.7	-



CORTE
LONGITUDINAL

CORTE
TRANSVERSAL



ESQUEMA NO. 1 FRUTO Y SEMILLAS DE CACAO

	<u>COTILEDONES</u>	<u>PULPA</u>	<u>TEGUMENTO</u>
Sacarosa	-	0.7	-
Glucosa y fructosa	1.1	10.0	-
Manteca de cacao	31.3	-	3.8
Teobromina	8.4	0.6	18.0
Proteínas	2.4	-	-
Cafeína	0.8	-	-
Polifenoles	5.2	-	0.8
Acidos	0.6	0.7	-
Sales minerales	<u>2.6</u>	<u>0.8</u>	<u>8.2</u>
	100.0%	100.0%	100.0%

FUENTE: Hardy (F)-Cacao Manual I.A.A.S. Turrialba (1960)

1.5 BENEFICIO Y BENEFICIADORAS

A reserva de posterior y más amplio tratamiento sobre el particular, conviene aclarar aquí lo que por beneficio y beneficiadora se entenderá a través de este estudio.

Se entiende como beneficio del cacao el conjunto de operaciones y procesos a que se someten los granos frescos del mismo para facilitar su almacenamiento, manejo y comercialización, así como para promover los cambios bioquímicos esenciales que darán origen a los precursores del sabor a chocolate.

Se distinguen fundamentalmente dos tipos de beneficio, uno que

consiste básicamente en lavar y secar los granos y del cual se obtiene el llamado cacao lavado, y otro que consiste resumidamente en fermentar y secar los granos y del cual se obtiene el llamado cacao fermentado. En la segunda de estas modalidades se tiene la opción de lavar los granos después de la fermentación, en cuyo caso el producto se denomina cacao fermentado lavado.

A pesar de que en rigor debiera entenderse por beneficiadora de cacao el lugar en que recibe éste cualquier tipo de beneficio, la fuerza de la costumbre ha reservado este término para designar el sitio en que se practica exclusivamente el beneficio que involucra el proceso de fermentación y de ahí que se conozca también como fermentadora.

1.6 FERMENTACION

Los granos frescos de cacao (cacao en baba) se obtienen quebrando los frutos maduros del mismo y extrayendo de un puñado todo su contenido. Después de separar la matriz, los granos de cacao, en vueltos en una pulpa mucilaginosa, quedan en condiciones de someterse al proceso de fermentación, el cual tiene como objetivos eliminar la capa mucilaginosa, provocar la muerte del embrión (para evitar la germinación durante el almacenamiento) y provocar la aparición de los precursores del sabor y el aroma característicos del chocolate; para tal fin se colocan en un recipiente (generalmente de madera) en donde permanecen de 6 a 8 días y su-

fren remociones regulares de aereación. Durante este período ocurre un proceso bioquímico que comprende dos etapas que son las siguientes:

- Fermentación de la pulpa
- Condensación oxidativa de los componentes de los cotiledones.

1.6.1. Fermentación de la Pulpa

La pulpa está constituida principalmente por azúcares como glucosa y fructosa, ácido cítrico y gran cantidad de agua. Su fermentación presenta dos fases consecutivas una alcohólica o anaeróbica y otra acética o aeróbica.

1.6.1.1 Fermentación Alcohólica o Anaeróbica

La fermentación alcohólica o anaeróbica se inicia desde el momento en que se rompen los frutos y se extraen los granos. El contacto directo con el ambiente y las condiciones en el recipiente de fermentación favorecen el crecimiento de levaduras, las cuales proliferan rápidamente y convierten los azúcares en $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$, CO_2 y H_2O , metabolizan el ácido cítrico y degradan la pulpa. La temperatura de la masa se eleva de 3 a 4° con respecto a la temperatura ambiente. Esta primera fase se lleva a cabo durante las primeras 36 horas desde la apertura de las mazorcas. Después de lo cual es necesario remover la masa fermentante para que se inicie la segunda fase.

1.6.1.2 Fermentación Acética o Aeróbica

El ascenso del pH causado por el metabolismo del ácido cítrico, el aumento del etanol y la aereación propician la proliferación de las bacterias del ácido acético; Acetomonas y Acetobacter, que convierten el etanol en ácido acético. El Acetomonas es incapaz de oxidar el ácido acético a dióxido de carbono y agua, pero el Acetobacter puede realizar esta reacción; así que la cantidad de ácido acético presente en cualquier momento depende de las velocidades de producción y de destrucción.

Esta segunda fase de la primera etapa se prolonga más allá de la iniciación de la segunda etapa y para que se desarrolle adecuadamente es necesario que toda la masa se oxigene mediante aereación. La temperatura de la masa comienza a aumentar en el segundo día y normalmente se obtienen temperaturas de 46 a 48 °C que son las adecuadas para que se lleve a cabo la oxidación de los compuestos polifenólicos contenidos en los cotiledones, en la segunda etapa.

1.6.2 Condensación Oxidativa de los Componentes de los Cotiledones

Los cambios que se realizan en esta etapa dan comienzo con la muerte del grano, alrededor del final del segundo día de fermentación, y se deben principalmente a la penetración del etanol y ácido acético desde la pulpa, así como también a la temperatura alcanzada.

los granos frescos del cacao presentan un alto contenido de compuestos polifenólicos, los cuales se encuentran dispersos en todo el tejido cotiledonar. En las células que los contienen se encuentran catequinas (31% del total de fenoles); leucocianidinas (26%) polileucocianidinas (39%), antocianidinas y las purinas cafeína y teobromina; en dichas células de almacenamiento no hay enzimas pues éstas se encuentran en el parénquima celular.

Cuando el grano muere, las membranas de las células se tornan permeables, el agua y las sustancias disueltas se difunden libremente dentro de los cotiledones. Los polifenoles almacenados en las células se difunden fuera en el parénquima celular. Las enzimas presentes en el parénquima celular, tales como: hidrolasas, galactosidasa, polifenol-oxidasa, proteinasas y carbohidrasas, al ponerse en contacto con sus respectivos sustratos desencadenan una serie de reacciones que darán origen a las sustancias precursoras del sabor a chocolate.

Tres días después de muertos los granos, la actividad enzimática disminuye hasta un 1% de la actividad inicial, y esto da como resultado la hidrólisis de las proteínas y los polifenoles complejos a aminoácidos y azúcares simples los cuales al reaccionar entre si, darán origen a aldehidos durante la torrefacción, reduciendo la amargura y la astringencia de las almendras y desarrollando finalmente el sabor a chocolate.

La terminación de esta etapa del beneficio es generalmente indicada por un descenso de temperatura, así como por un cambio de coloración, de púrpura a café, en los granos y un hinchamiento de los mismos.

1.7 SECADO

El secado del cacao consiste en reducir la humedad del grano, que al final de la fermentación es de alrededor del 60%, hasta un 6-7% antes de que pueda ser almacenado. Si el contenido de humedad es menor a este valor, los granos son excesivamente quebradizos; pero si los granos no son secados hasta este grado, pueden ser fácilmente atacados por hongos, provocando éstos la hidrolización de las grasas a cetonas en el cotiledón y la aparición de malos olores y sabores.

Considerando que en la primera fase de esta operación culminan algunas de las reacciones internas iniciadas en la fermentación, el secado debe realizarse en condiciones de velocidad y temperatura tales que permitan el desenlace de esas reacciones.

Para realizar el secado, el cacao puede exponerse directamente al sol, pero este procedimiento natural presenta múltiples inconvenientes que lo ponen en desventaja frente al secado artificial, más comúnmente empleado en la actualidad.

El secado artificial consiste en hacer pasar a través de un lecho

de cacao una corriente de aire caliente de baja humedad relativa.

En virtud de que las enzimas están involucradas en los cambios químicos que ocurren en las primeras etapas del secado, el proceso no debe ser rápido, pues las altas temperaturas combinadas con la baja humedad traerían la inactivación de las enzimas antes que los cambios químicos esenciales pudieran ser completados.

La duración del secado artificial depende entre otras cosas, de la humedad inicial del grano y varía entre 14 y 24 horas.

Se distinguen en el secado dos etapas principales: una en que la humedad inicial del grano (60%) se reduce al valor de 40% (grano rodador) y otra subsecuente en que la humedad baja desde este valor hasta el adecuado para el almacenamiento (de 6 a 7%).

La primera etapa puede iniciarse con una temperatura en el aire de secado tal que la temperatura de bulbo húmedo, y por tanto la de las habas de cacao, no exceda de 35°C a fin de evitar que se inhiba la reacción de oxidación.

En la segunda etapa las habas de cacao no deben calentarse más allá de los 60°C pues de lo contrario se pueden tornar quebradizos, además de que pueden perder aroma y manteca.

1.8 METODOS TRADICIONALES DE BENEFICIO

1.8.1 Modalidades de Fermentación

Tradicionalmente se han empleado tres métodos principales para la fermentación del cacao; fermentación en canastas, en montones y en cajas.

1.8.1.1 Fermentación en Canastas

La fermentación en canastas es usada principalmente en Nigeria y a veces también en Ghana. Las canastas, tejidas con fibras vegetales pueden ser de dimensiones diversas y contener cantidades muy variables de habas. La canasta repleta se coloca sobre el suelo y se recubre con hojas de platanero. La aereación se efectúa transvasando las habas de una canasta a otra.

1.8.1.2 Fermentación en Montones

En Ghana el método más empleado es la fermentación en montones, método extendido igualmente por Costa de Marfil y Nigeria y que consiste en disponer sobre el suelo una sábana de hojas de platanero, unas veces directamente, otras sobre un lecho de ramas que facilitará el drenaje de los jugos. Las habas de cacao son puestas en montones sobre estas hojas, que replegadas cubren a aquellas por completo.

1.8.1.3 Fermentación en Cajas

Este último método, el más extendido por América, el único utilizado de modo práctico en las grandes explotaciones y cuyo uso tiende a difundirse en Africa, cerca de las pequeñas plantaciones,

es el método de fermentación en cajas. Las dimensiones de estas cajas, la mayoría de las veces construídas de madera, son muy variables y dependen de la magnitud de la recolección. Las cajas son tales que permiten tanto la aereación como el drenaje y eventualmente se cubren con hojas de platanero para preservar el calor. Las remociones se efectúan transvasando el cacao de una caja a otra, para lo cual se colocan éstas en cascada o en batería. Las modalidades de remoción y aereación, así como la duración de la fermentación son muy variables y dependen del tipo de cacao, de su origen genético, de las condiciones climatológicas, del diseño del sistema, y de la magnitud de la masa fermentante.

A pesar de que el pH y la temperatura son indicadores del curso y la terminación de la fermentación, estos criterios son difícilmente aplicables en la práctica, razón por la cual la experiencia adquirida por una larga práctica es a menudo la mejor guía.

En algunos lugares se acostumbra lavar el cacao después de fermentar, antes del secado, buscando una mejor presentación a pesar de que esta modalidad presenta algunos inconvenientes.

Los métodos de fermentación en canastas y en montones son más adecuados para pequeñas producciones que para centrales de beneficio, pues sus primitivas características los ponen técnica y económicamente en desventaja ante el método de fermentación en cajas, el cual además ha demostrado ser eficaz en cuanto a los

objetivos de la fermentación en sí.

1.8.2 Modalidades del Secado

En los métodos empleados para el secado del cacao se distinguen dos grandes grupos, a saber: secado natural y secado artificial.

1.8.2.1 Secado Natural

Esta modalidad es la que más comúnmente se ha empleado en todos los países productores, aunque actualmente se nota una tendencia mundial a sustituirlo por la segunda.

El secado natural requiere de 8 a 10 días, según las condiciones climatológicas, y generalmente se realiza exponiendo los granos húmedos directamente al sol, sobre esteras hechas con tiras de bambú, o bien sobre costales de yute colocados sobre patios de cemento conocidos como asoleaderos.

Esta modalidad, muy usual en Africa y en América, rinde generalmente buenos resultados cuando se cuenta con la "cooperación" de las condiciones atmosféricas y se realiza con esmero, controlando la homogenización del secado, la aereación de los granos y las intromisiones de los animales domésticos.

Existen varios modelos bastante ingeniosos que permiten el rápido guarecimiento del producto en caso de lluvia repentina, tal es el caso del secadero de tipo "autobús", muy popular en Camerún y

Costa de Marfil, que consiste básicamente en un techado rústico fijo que abriga una o más plataformas corredizas que pueden ser desplegadas fuera de la choza para exponerse al sol, y plegarse rápidamente bajo la choza cuando se hace necesario.

1.8.2.2. Secado Artificial

A fin de independizarse de las condiciones climatológicas, eliminar los extensos asoleaderos y abatir mano de obra y tiempo en el secado del cacao se ha desarrollado algunos modelos y se han adaptado otros que en mayor o menor proporción realizan estos propósitos.

El diseño más sencillo, empleado principalmente en Camerún, consiste en un área de secado que lleva por debajo un sistema de calentamiento que puede estar representado por los ductos de humos de un horno exterior de leña. Este modelo de difícil control en cuanto a temperatura ha sido modificado de tal manera que la superficie de secado consiste en un emparrillado debajo del cual y a todo lo largo atraviesa un ducto de humos de gran diámetro que irradia hacia la cama de cacao colocada sobre el emparrillado y al mismo tiempo provoca una corriente ascendente de aire caliente por el mecanismo de convección libre.

Un sistema más avanzado consiste fundamentalmente en un emparrillado a través del cual se hace pasar una mezcla gaseosa de aire-gases de combustión, o bien una corriente de aire calentado me-

diante un intercambiador de calor con gases calientes de combustión provenientes de un quemador, que secan el cacao sin riesgo de contaminación con humos.

Existen tipos más sofisticados de secadoras, tales como los de zarandas que impulsan el cacao a través de un túnel en el que encuentra a una corriente de aire caliente, o bien los secadores rotatorios de gran capacidad que secan a base de aire caliente.

En general puede decirse que el secado artificial bien realizado puede proporcionar al producto calidad tan buena como la que se obtiene en el secado natural.

Por todas las ventajas anotadas en su descripción el secado artificial predomina sobre el natural a nivel de centrales de beneficio. La selección entre los diversos equipos depende en gran parte del nivel de producción.

1.9 EL BENEFICIO DEL CACAO EN MEXICO

Al beneficio del cacao anteceden las operaciones agrícolas de corte de las mazorcas y quiebra de las mismas.

En México coexisten varios tipos principales de beneficio:

- Lavado/Secado/Envase
- Fermentación/Secado/Limpieza/Envase
- Fermentación/Lavado/Secado/Limpieza/Envase

- Fermentación/Lavado/Secado/Limpieza/Clasificación/Envase
(ESQUEMA No. 2)

1.9.1 Lavado/Secado/Envase

La mayor parte del cacao mexicano se beneficia de esta forma, generalmente a nivel de productor individual. El lavado se hace usualmente en forma manual; el secado puede ser natural o artificial; la limpieza es prácticamente nula y el envase definitivo lo realiza el organismo comercializador. El cacao así tratado se destina básicamente a la fabricación nacional de chocolate y a la exportación en forma de manteca, quedándose la cocoa para el consumo nacional.

1.9.2 Fermentación/Secado/Limpieza/Envase

En este tipo de beneficio, como en los otros casos, la fermentación se realiza generalmente en cajas de madera (a veces en bandejas); el secado es casi siempre en forma artificial; la limpieza (cuando la hay) se practica en forma simple pero mecánica y el envase definitivo se efectúa en propia planta.

1.9.3 Fermentación/Lavado/Secado/Limpieza/Envase

Este tipo de beneficio, quizá el que procesa la mayor parte del cacao que se fermenta en México se aplica fundamentalmente en la misma forma que el anterior con la salvedad de que después de la fermentación se somete el cacao a una operación de lavado, ya sea

manual o mecánica, y posteriormente a una de secado que puede ser en secadora de túnel emparrillado, en medianas beneficiadoras, o en secador rotatorio, en las grandes centrales. Este cacao se destina fundamentalmente a la exportación y en muy pequeña proporción a la industria nacional.

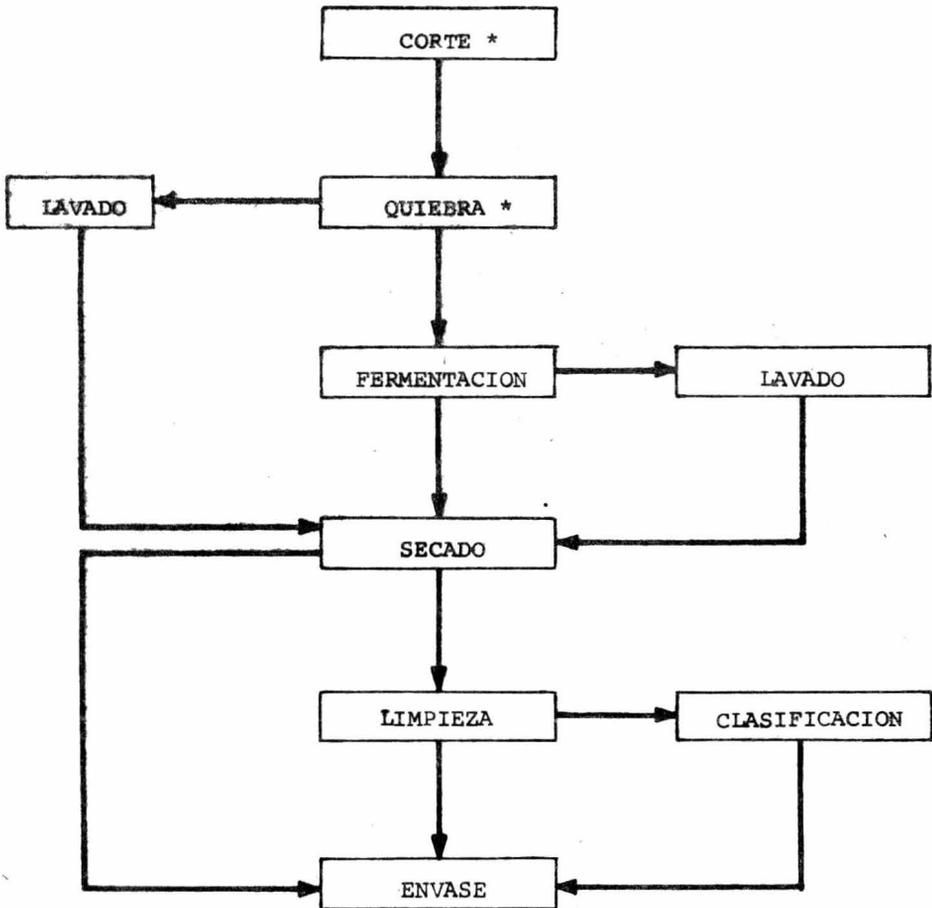
1.9.4. Fermentación/Lavado/Secado/Limpieza/Clasificación/Envase

Este tipo de beneficio se presenta también en México y es prácticamente igual al anterior, sólo que el producto final se obtiene en varios tamaños. El destino de este cacao es exclusivamente el mercado exterior.

Los distintos tipos de beneficio aquí anotados se ilustran en el ESQUEMA No. 2 a continuación. Las conveniencias e inconveniencias de cada uno de ellos se discutirán más adelante, en la selección del proceso.

ESQUEMA NO. 2

ESQUEMA GENERAL DEL BENEFICIO DE CACAO EN MEXICO



* Operación agrícola previa al beneficio propiamente dicho.

CAPITULO 2 ANTECEDENTES

2.1 SITUACION ACTUAL DEL CACAO MEXICANO

La producción nacional actual de cacao es de aproximadamente 32,000 toneladas anuales, de las cuales 6,000 corresponden al Estado de Chiapas, repartidas en forma más o menos equitativa entre las zonas norte y sur del Estado. En la región del Soconusco (sur de Chiapas) se encuentran operando varias pequeñas beneficiadoras que absorben una parte de la producción regional, mientras que la mayor parte es lavada y secada al sol por los propios productores para entregarla después a los varios centros de recepción, de donde se envía a las bodegas de la ciudad de México para su venta, o bien directamente a puerto cuando se trata de exportaciones.

El cacao captado por las beneficiadoras se destina fundamentalmente a la exportación, aunque recientemente la industria chocolatera nacional empieza a demandarlo. Es interesante anotar aquí que el chocolate mexicano se ha elaborado casi exclusivamente con cacao lavado.

En la región norte de Chiapas el manejo del cacao es fundamentalmente el mismo que en el Soconusco, con la salvedad de que parte del cacao lavado puede salir de la región en forma de pasta, de-

bido a la existencia de una planta industrial transformadora en la propia zona de producción.

En todos los casos antes mencionados. La Comisión Nacional del Cacao, CONADECA, es el organismo encargado de la comercialización de este producto como tal o en forma de sus semielaborados pasta, manteca y cocoa, abarcando en ambos casos tanto el mercado nacional como el internacional.

El resto de la producción nacional corresponde casi totalmente al Estado de Tabasco, en el cual toda comercialización de cacao y sus semielaborados se realiza a través de la Unión Nacional de Productores de Cacao, UNPC, de alcance estatal para la captación, la cual distribuye en la industria chocolatera nacional y el mercado internacional.

El precio de garantía o anticipo que el organismo comercializador (sea CONADECA o UNPC) paga al productor es de \$14.25 por kilogramo, mientras que dentro del mercado nacional los precios oficiales de venta son de \$17.75, para el cacao lavado y de \$19.50 para el cacao fermentado, una vez realizada la venta, el organismo comercializador deduce del precio de venta el valor del anticipo y todos los gastos de preparación, manejo y comercialización, obteniéndose así un diferencial o remanente que se entrega al productor. Este diferencial es obviamente mayor cuando se trata de cacao fermentado que cuando se trata de cacao lavado.

En el mercado internacional, en donde los precios de venta son fluctuantes, las ventas se realizan, mientras es posible, cuando las cotizaciones son tales que quedan cubiertos el anticipo al productor y los gastos de mercadeo, prevaleciendo el mecanismo antes mencionado para los remanentes.

Cuando el cacao que entrega el productor es transformado en sus semielaborados pasta, manteca y cocoa, se logran generalmente precios de venta que permiten repartir remanentes.

2.2 NECESIDAD DE FERMENTAR

Por tradición, o quizá sencillamente por cuestión de precios, la industria chocolatera nacional ha consumido casi exclusivamente cacao lavado, dejando para la exportación el excedente y el cacao fermentado.

En el mercado mundial el cacao mexicano ha sido considerado tradicionalmente de mala calidad debido a la pobreza de su beneficio, específicamente a su falta de fermentación. Los precios de venta para el cacao mexicano han permanecido invariablemente por debajo de las cotizaciones de otros cacaos en las bolsas de Nueva York y Londres, en donde ni siquiera se cotiza.

Aunque aparentemente no se aprecia diferencia entre la manteca proveniente de cacao fermentado y la extraída de cacao lavado, la baja calidad del grano trasciende a los derivados pasta y

cocoa haciéndolos también poco estimados en el comercio exterior.

Por otra parte, a nivel internacional se observa la tendencia a exportar productos con mayor valor agregado y calidad de competencia que permitan obtener mayores ingresos.

Por todas las razones anotadas se considera que la promoción del proceso fermentativo del cacao mexicano es una medida necesaria e impostergable que redundará en beneficio tanto de los productores como de la imagen de México en el ámbito del comercio mundial.

2.3 ANALISIS DEL MERCADO

2.3.1 Descripción del Producto

De acuerdo a las definiciones anteriormente anotadas, el cacao fermentado es el fruto de theobroma cacao que ha sido sometido al proceso de beneficio que involucra la fermentación de las semillas para propiciar el desarrollo de los precursores del sabor a chocolate y facilitar su almacenamiento, transporte y comercialización.

2.3.2 Usos del Producto

El principal empleo se encuentra directamente en la molienda de los cotiledones del grano para la obtención de pasta de cacao, la cual interviene en la fabricación de los diversos tipos de

chocolate e indirectamente en la obtención de manteca de cacao y cocoa, los cuales a su vez se emplean en confitería, cosmetología farmacia, fabricación de lubricantes, y en general en la industria alimentaria.

2.3.3 Calidad Exigida por la Industria

Aunque las normas de calidad para el cacao fermentado se encuentran a nivel de proyecto en la FAO, y en el país se encuentran en proceso de elaboración, pueden anotarse los valores aproximados que la industria exige en los análisis del cacao fermentado.

Origen - Frutos maduros

Fermentación - no menor de 6 días

Secado - natural o artificial controlados

Apariencia - llenos y limpios

Sabor y aroma - característicos (sin elementos extraños)

Envase - en costales limpios y nuevos

A la prueba del corte el producto observará los siguientes límites:

mohosos	1	%
pizarrosos	1	%
púrpuras	2	%
semipúrpuras	5	%
infestados de insectos	1	%

infestadas de insectos vivos	0	%
aplastados	2	%
materias extrañas	0.5	%

La humedad no será mayor de 8%. El pH no será menor de 5 - 5.5 y el peso promedio de grano no será menor de 1 gramo.

Fuente: Varias empresas fabricantes de chocolates.

2.3.4. Producción Nacional de Grano y su Tendencia para 1980

La producción de cacao en el país, a pesar del escaso apoyo y atención que recibió en el pasado, ha venido incrementándose aunque a un ritmo bastante irregular (CUADRO No. 1). Del año 1965 a 1975 creció a una tasa media anual de 4.8%. Cabe mencionar que en 1975 se obtuvo una producción récord de 32.8 miles de toneladas y se espera que esta cifra llegue a 37.8 en 1976.

Al margen del consumo se ha logrado un excedente que se ha venido colocando en condiciones favorables a veces, desventajosas otras, en el mercado exterior. En promedio durante el período 1965 - 1974 los excedentes exportables representaron un 45.5% de la producción nacional.

Para los próximos años, de acuerdo al proyecto que habrá de llevarse a la práctica y que comprende la rehabilitación de las plantaciones viejas, la apertura de nuevas áreas de cultivo y so-

CUADRO No. 1

MEXICO.- PRODUCCION, CONSUMO INTERNO Y EXCEDENTE EXPORTABLE
DE CACAO Y SU TENDENCIA PARA 1980

AÑOS	(A)	(B)	(C)	R E L A C I O N E S	
	PRODUCCION (ton)	CONSUMO INTERNO (ton)	EXCEDENTE EXPORTABLE (ton)	B/A (%)	C/A (%)
1965	20,352	11,770	8,582	57.8	42.2
1966	22,844	14,150	8,694	61.9	38.1
1967	19,983	13,850	6,133	69.3	30.7
1968	26,397	16,423	9,974	62.2	37.8
1969	28,552	11,921	16,631	41.8	58.2
1970	24,972	13,665	11,307	54.7	45.3
1971	24,871	11,946	12,925	48.0	52.0
1972	32,218	11,925	20,293	37.0	63.0
1973	25,146	13,929	11,217	55.4	44.6
1974	28,586	16,340	12,246	57.2	42.8
1975	32,787	18,439	14,348	56.2	43.8
1976 (1)	37,768	18,014	19,754	47.7	52.3
1977 (1)	39,596	18,916	20,680	47.8	52.2
1978 (1)	40,984	19,861	21,123	48.5	51.5
1979 (1)	42,432	20,854	21,578	49.1	50.9
1980 (1)	45,284	21,896	23,388	48.4	51.6

(1) Estimado

FUENTE: SAG, "Consumos Aparentes", U.N.P.C. y CONADECA

bretodo la intensificación de la asistencia técnica, se espera que la producción alcance un crecimiento promedio de 8% anual hasta 1980. Conforme a este proyecto se alcanzará para fines de la presente década una producción de 45.284 toneladas que, una vez abastecido suficientemente el mercado interno, permitiría un excedente de 23,388 toneladas, que representan un 51.6% de la producción antes señalada.

Cabe añadir que la Comisión Nacional del Cacao ha buscado mejorar la calidad del grano propiciando el sometimiento de volúmenes cada vez mayores a la fermentación. Para esto existen proyectos de aumentar significativamente el número de plantas fermentadoras de forma que para 1980 del total del grano producido pueda fermentarse una proporción cercana al 30%. Actualmente se fermenta 19.6%; por lo que respecta al consumo nacional de fermentado la cifra es de 15.5% (CUADRO No. 2).

2.3.5 Consumo Nacional de Grano y su Tendencia para 1980

Como puede apreciarse en el CUADRO No. 1, la tendencia del consumo durante el período de análisis muestra diversas fluctuaciones, con cierta tendencia a incrementarse. De 1965 a 1974 creció a una tasa media anual de 3.7%. Cabe esperar que para los próximos años en función del apoyo múltiple que habrá de darse para fortalecer el mercado interno, vía campañas publicitarias, incentivos fiscales, así como de una adecuada política de precios, el consu-

CUADRO No. 2

MEXICO.- CONSUMO NACIONAL DE CACAOS LAVADO Y FERMENTADO
Y PROYECCIONES PARA 1980

AÑOS	LAVADO (ton)	%	FERMENTADO (ton)	%	TOTAL
1974	13,808	84.5	2,532	15.5	16,340
1975 (1)	14,669	85.5	2,488	14.5	17,157
1976 (1)	15,000	83.3	3,014	16.7	18,014
1977 (1)	15,299	80.9	3,617	19.1	18,916
1978 (1)	15,521	78.1	4,340	21.9	19,861
1979 (1)	15,646	75.0	5,208	25.0	20,854
1980 (1)	15,646	71.5	6,250	28.5	21,896

(1) Estimado

FUENTE: CONADECA y U.N.P.C.

mo nacional de granos pueda crecer a una tasa mínima de 5%.

El consumo nacional de granos lo efectúan en una proporción considerable ocho empresas chocolateras, cuatro de ellas de capital extranjero. Para 1974 estas 8 industrias demandaron el 76.9% del total del grano y en el período enero-octubre de 1975 esta proporción disminuyó al 53.7%.

Cabe mencionar que la mayor parte de estas empresas chocolateras utilizan cacao en grano lavado para la elaboración de sus productos. Por tal motivo, el consumo de grano fermentado utilizado en la fabricación de chocolates finos, apenas alcanza alrededor del 15% del consumo total (CUADRO No. 2). Sin embargo, es posible esperar un aumento en el consumo de cacao fermentado de tal manera que para 1980 alcance una proporción del 28.5% en el consumo total del grano.

2.3.6 Exportaciones de Semielaborados del Cacao

Las exportaciones mexicanas de semielaborados han mostrado crecimiento durante los últimos años, aunque cabe mencionar que la participación de México en el mercado internacional es muy modesta, pues apenas representa el 2% en lo referente a manteca; 1.2% en cuanto a cocoa y son insignificantes o nulas en lo que respecta a pasta.

De lo anterior podemos concluir que las exportaciones mexicanas

de semielaborados de cacao tienen poca repercusión en el mercado externo y dada la creciente demanda internacional, México tendría buenas oportunidades de colocar cantidades prácticamente ilimitadas.

Esto es particularmente significativo si consideramos que la industria de semielaborados no excluye necesariamente el cacao fermentado. Y no sólo eso, sino que la ausencia de una industrialización plena en México del cacao fermentado (contrario al panorama mundial) pone a México en desventaja frente a otros países exportadores de semielaborados, como puede apreciarse en las diminutas ventas mexicanas al exterior de los semielaborados pasta y cocoa, que son los mayormente afectados por la falta de fermentación.

2.3.7 Precios

El precio del cacao lavado en el mercado nacional, después de un período de estancamiento (desde 1969 hasta agosto de 1973 se mantuvo en \$11.00 por kg.) ha sufrido sucesivos aumentos a partir de 1973. En septiembre de dicho año aumentó a \$12.50; en enero de 1974 a \$14.25; en agosto del mismo año a \$16.00 (el fermentado a \$17.75) y recientemente, el 25 de noviembre de 1975 aumentó a \$17.75 mientras que el fermentado aumentó a \$19.50.

Aunque el cacao mexicano no se cotiza en las bolsas de Nueva York y Londres, puede decirse que sus precios siguen aproximadamente

CUADRO No. 3

PRECIOS DE REALIZACION INMEDIATA PARA
CACAO BAHIA EN LA BOLSA DE NUEVA YORK

AÑO	COTIZACION MAXIMA (\$/Kg)	COTIZACION PROMEDIO (\$/Kg)
1965	06.39375	04.65025
1966	07.35625	06.33600
1967	08.04375	07.24625
1968	13.68125	09.03375
1969	13.13125	11.97350
1970	11.17325	08.86875
1971	08.52500	07.08125
1972	08.93475	08.56350
1973	25.64375	16.80800
1974	33.68750	24.20550
1975	23.65000	17.77600
1976-E	20.76250	19.73675
1976-F	20.69375	19.68175
1976-M	20.69375	19.65425
1976-A	26.12500	23.51800
1976-M	27.63750	25.79775

FUENTE: Miscellaneous Cocoa Statistics.- Cocoa Market Report

No. 269 - Gill & Duffus - 25 junio 1976.

a los de realización inmediata para el cacao Bahía en la bolsa de Nueva York. (CUADRO No. 3)

En el CUADRO No. 3 se puede apreciar la historia del promedio de estos precios (máximo y promedio) desde 1965 hasta mediados de 1976.

Vale la pena notar que siendo estos precios CIF en bodega o puerto en Nueva York habría que descontar al precio de venta el valor del flete, el de seguro y, ocasionalmente, el del almacenaje allá para obtener un valor comparable con el precio nacional.

Considerando que el costo por los conceptos anteriores se estima en \$1.10; que las ventas con 2 a 3 meses de anticipación se cotizan aproximadamente \$2.20 abajo del precio de realización inmediata y que el precio nacional es de \$19.50, las ventas al mercado exterior serán posibles cuando la cotización de realización inmediata sea mayor de \$22.80, o bien cuando pueda obtenerse ese precio mediante negociación especial.

2.3.8 Capacidad Instalada

La capacidad de fermentación instalada, sin considerar los proyectos existentes, es del orden de las 6,000 toneladas/año, distribuidas aproximadamente como sigue:

Tabasco: 4,500 ton/año	Chiapas: Norte - 450
	Sur <u>1,050</u>
	1,500 ton/año

Incluyendo éste, los proyectos existentes son aproximadamente de 3,500 ton/año para Tabasco y de 1810 ton/año para el sur de Chiapas.

Como se mencionó antes, la fermentación y la industrialización no rivalizan necesariamente sino que pueden complementarse, sin embargo, es oportuno mencionar que la molienda nacional fue de 24,000 tons/año durante los últimos dos años, cifra que incluye el cacao fermentado de consumo nacional. Por otro lado, si bien es cierto que existen grandes proyectos de aumentar la capacidad de molienda, también existen pronósticos muy optimistas respecto a la producción agrícola y, al mismo tiempo, se observa un aumento gradual en la molienda nacional de fermentado ya sea para consumo interno o para exportación de semielaborados.

2.3.9 Alternativas del Productor

Para el manejo y venta de su producto el cacaoicultor tiene las siguientes alternativas principales.

- Entregar a intermediarios
- Lavar y secar por su cuenta y entregar en Asociación
- Entregar fresco en Beneficiadora

- Fermentar por su cuenta y entregar en Asociación

2.3.9.1 Entregar a Intermediarios

Ya sea fresco o seco, entregar el cacao a intermediarios es la peor de las opciones para el productor, pues además de que recibe generalmente mucho menos que el valor del anticipo, no existe para él posibilidad de remanente alguno. Afortunadamente, el fantasma de los intermediarios en el sector cacaotero nacional tiende a erradicarse.

2.3.9.2 Lavar y Secar por su Cuenta y Entregar en Asociación

Esta opción implica las siguientes erogaciones aproximadas por kg.

\$0.50 por lavar	Sin considerar cuantitativamente el descuido
<u>\$0.60</u> por secar	que estas labores representan para la planta-
\$1.10	ción, la dependencia del sol, cuando el secado
	es natural, (por lo general así es) y la es-
	pera de 3 a 7 días para recibir efectivo.

NOTA: Se desprecia el costo del transporte que es común a todas las opciones.

Al entregar en Asociación recibirá el anticipo de \$14.25/kg. con lo cual la percepción neta será de \$13.15/kg. más el remanente calculado sobre un precio de venta de \$17.75/kg. conviene anotar

que éste remanente ha sido muy irregular, generalmente menor de \$1.00/kg., y con frecuencia, nulo.

2.3.9.3 Entregar Fresco en Beneficiadora

Esta opción no implica para el productor más erogación que el transporte del producto hasta la central de Beneficio, con el único inconveniente de que, estando fresco el cacao, el transporte es más bromoso o más caro que en las otras opciones, pero esta erogación adicional se considera de poca importancia relativa.

Contra entrega el productor recibirá el anticipo de \$14.25/kg. seco (rendimiento = 40%). La percepción neta será entonces de \$14.25/kg., más el remanente calculado sobre un precio de venta de \$19.50/kg. en el mercado nacional; o mayor, en mercados extranjeros, sobre el cual gravarán los costos del beneficio en planta que se estiman alrededor de \$1.25/kg. más los costos comunes de impuestos, comercialización, etc. Esta opción presenta además las ventajas de la remuneración el mismo día de la apertura de mazorcas y la independencia de las condiciones climatológicas.

2.3.9.4 Fermentar por su Cuenta y Entregar en Asociación

De este modo la percepción contra entrega suele ser mayor que en las otras opciones, hasta \$15.25/kg., dependiendo de la calidad

de la fermentación, pero resulta difícil pensar, por factor de escalamiento, que los costos involucrados en el beneficio particular sean menores que los de una central.

Como puede apreciarse a este nivel del estudio, comparando las alternativas, aparentemente resulta mas ventajosa la tercera (2.3.9.3).

CAPITULO 3 DISEÑO

3.1 LOCALIZACION DE LA PLANTA

3.1.1 Macrolocalización

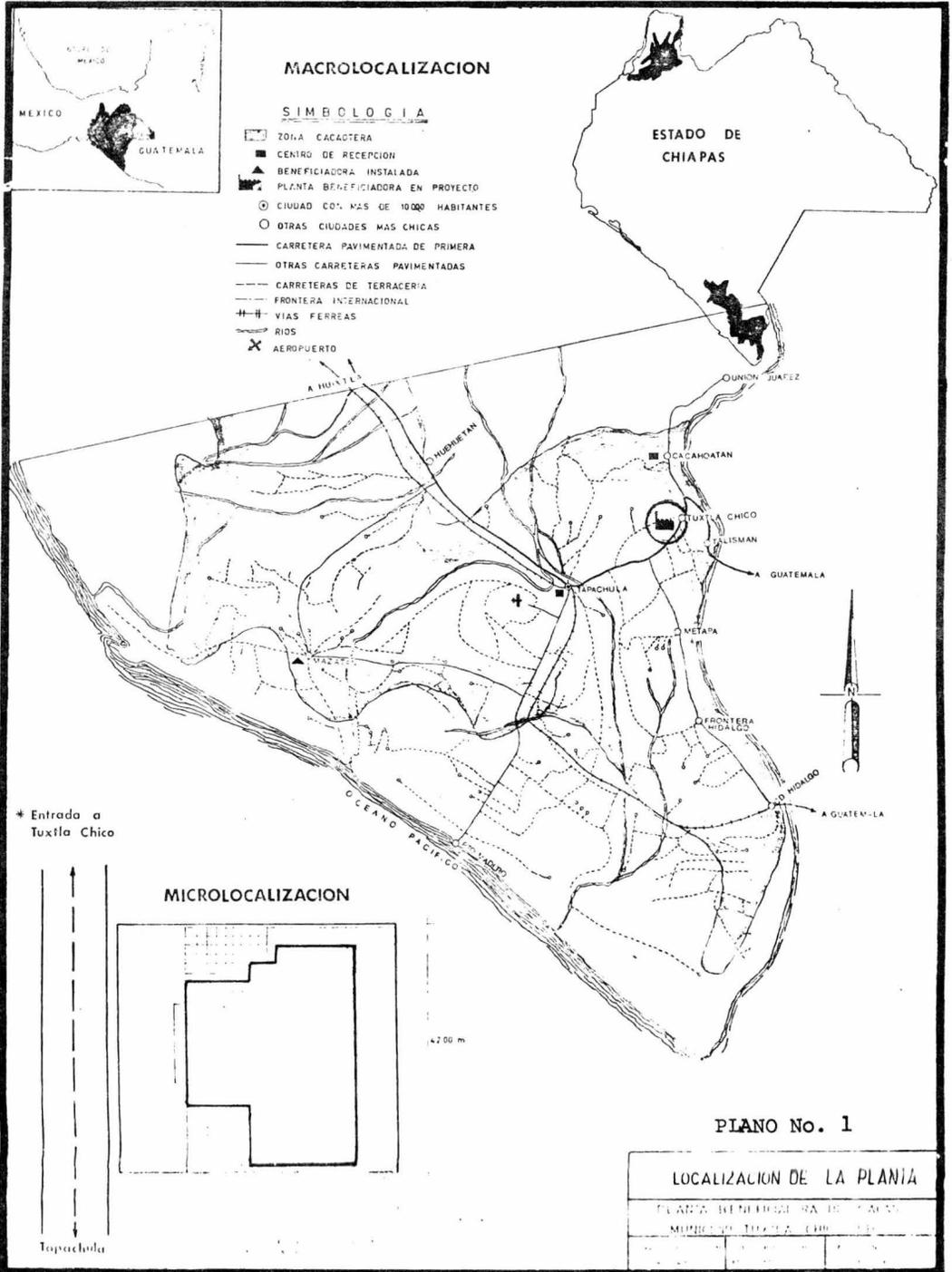
Por las razones anotadas en el apartado 3.2 y considerando que Tuxtla Chico es el mayor medio de concentración de cacao entre los considerados dentro de esa región (CUADRO NO. 4), se considera prudente localizar la planta en ese municipio. (PLANO NO. 1).

Desde el punto de vista de infraestructura, Tuxtla Chico es el núcleo urbano más importante de los considerados y cuenta con los servicios mínimos de agua municipal, energía eléctrica trifásica, abastecimiento de combustible, carretera pavimentada hasta la ciudad de México, carretera pavimentada a Puerto Madero y comunicaciones en general. (PLANO NO. 1).

3.1.2 Microlocalización

Considerando que la materia prima viene directamente del campo y que el producto en su totalidad saldrá de la localidad, se considera recomendable la ubicación a orilla de carretera, sin descuidar, desde luego, la importancia que reviste la disponibilidad del resto de los elementos de infraestructura necesarios.

(PLANO NO. 1).



3.2 ARASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA

Existen en la zona del Soconusco (sur de Chiapas) cuatro centrales de beneficio cuya capacidad conjunta es de alrededor de 1,000 ton/año y cuya distribución en la zona deja marginada la región de Tuxtla Chico y Cacahoatán, región por demás productora y de la cual ha surgido la inquietud motivo de este estudio. Esto, desde luego, esboza la macrolocalización de la planta, por lo cual se presentan a continuación (CUADRO NO. 4) datos de la Unión Nacional de Productores de Cacao de la recolección, en toneladas de cacao seco por asociación, de las asociaciones agrícolas locales de productores de cacao, de las cuales, considerando distancias y la ubicación del resto de las beneficiadoras, se considera que podría fluir cacao a una beneficiadora instalada en esa región.

Debido en parte al incremento de la producción agrícola y en parte también a la disminución de la producción cacaotera no registrada en la correspondiente asociación, la Asociación Tuxtla Chico recolectó una cantidad superior a las 600 ton. en 1974, y en 1975 esta cifra superó las 800 ton. Cabe señalar que la desaparición de Metapa y la canalización parcial de la producción que ésta captaba hacia la asociación Tuxtla Chico contribuyeron también al vigoroso aumento que registró esta última.

El hecho significativo de que la Asociación de Metapa se fundiera con la de Tuxtla Chico indica que su producción realmente puede fluir hacia este municipio. Asimismo, el hecho de que la produc-

ción de Cacahoatán, a pesar de la cercanía de los municipios, se registre por separado indica también que alguna dificultad impide su arribo a Tuxtla Chico. Esta dificultad es fundamentalmente de orden organizativo, reforzada por el costumbrismo.

En consecuencia con lo anterior se considerará como abastecimiento de materia prima solamente la producción que actualmente llega a la Asociación Tuxtla Chico proveniente de poco más de 1,000 productores de la región, quedando la producción de Cacahoatán como margen de seguridad de abastecimiento o bien como susceptible de beneficiarse por separado en una nueva planta.

Dado que la producción mensual no es uniforme a lo largo del año, y a falta de datos completos correspondientes a 1976 se anota la recolección mensual de cacao seco de la Asociación Tuxtla Chico (que absorbió parcialmente la producción de Metapa) en el año de 1975. (CUADRO NO. 5).

3.3 CAPACIDAD DE LA PLANTA

Sobre las bases de que, debido a nuestra diminuta participación en el mercado internacional del cacao y sus semielaborados, se puede considerar a éste abierto a nuestras exportaciones (Ver Análisis del Mercado), y que la demanda nacional de cacao fermentado es creciente; la determinación de la capacidad de la planta parece depender principalmente de la disponibilidad de materia prima en la región, con la limitación señalada en el apartado 3.2.

CUADRO NO. 4

RECOLECCION ANUAL DE CACAO 1965-1972
ASOCIACIONES TUXTLA CHICO, METAPA Y CACAHOATAN

(ton. cacao seco)

AÑO	TUXTLA CHICO	METAPA	CACAHOATAN
1965	359	19	1
1966	322	44	-
1967	250	51	90
1968	269	47	83
1969	469	82	198
1970	239	79	310
1971	236	72	250
1972	357	105	176

NOTA: No se incluyen los datos correspondientes a 1973 y 1974 por no disponerse en forma completa de los mismos.

FUENTE: Unión Nacional de Productores de Cacao.

CUADRO NO. 5

RECOLECCION MENSUAL DE CACAO EN 1975

ASOCIACION TUXTLA CHICO

(ton. cacao seco)

MES	RECOLECCION	% DEL TOTAL
Enero	158.4	19.45
Febrero	66.5	8.16
Marzo	24.2	2.97
Abril	21.0	2.58
Mayo	22.8	2.80
Junio	19.3	2.37
Julio	27.3	3.35
Agosto	43.1	5.29
Septiembre	114.1	14.00
Octubre	110.7	13.59
Noviembre	84.0	10.31
Diciembre	123.2	15.12

RECOLECCION TOTAL: 814.6

FUENTE: Comisión Nacional del Cacao

Tratándose, como se trata, de un producto agrícola que no se puede almacenar en baba, que no permite transporte prolongado, y que la producción no es constante sino que presenta picos, se considera conveniente diseñar la capacidad de la planta tomando en consideración los meses pico, aunque en los meses de baja producción sobre capacidad instalada. La parte de la producción de los meses pico que no alcance a ser procesada podrá destinarse al consumo nacional de cacao lavado. Así pues, tomando en cuenta el incremento paulatino y optimista que prevén los pronósticos para la producción anual nacional (CUADRO NO. 1) y asumiendo, por un lado, que la producción de la zona de Tuxtla Chico seguirá la tendencia nacional y, por otro, que las cosechas 1974-75 y 1975-76 son típicas (CUADRO NO. 6 y ESQUEMA NO. 3) se obtuvieron las participaciones porcentuales promedio de cada mes a la recolección total de la cosecha (CUADRO NO. 6), y con estos porcentajes y el volumen de recolección anual estimado para la Asociación Tuxtla Chico durante los próximos 10 años, se construyó el cuadro de recolección mensual estimada para dicha asociación durante los mismos 10 años (CUADRO NO. 7).

Considerando lo anterior, se propone equipar a la planta con capacidad de diseño de 130 ton/mes, esto es 1,560 ton/año, a sabiendas de que procesará lo pertinente de la recolección, (CUADROS NOS. 8 y 9), operará a los niveles que se ajusten a la recolección mensual estimada (CUADRO NO. 10) y durante los meses que resulte conveniente.

A fin de mantener el porcentaje procesable de la recolección siempre arriba de 80% se propone una ampliación de capacidad de 33% a partir del 6° año de operación. (CUADRO NO. 8).

3.4 ELECCION DEL PROCESO

3.4.1 Alternativas técnicas

Con la conciencia de las múltiples ventajas que ofrece la fermentación y que se han señalado hasta ahora, las alternativas técnicas de beneficio se ven reducidas en número, pues en principio, se descarta la posibilidad de lavar el grano sin fermentarlo. Así pues, las alternativas de selección son las siguientes:

- Fermentación . En canastas o en bandejas
 - . En cajas
 - . En otros

- Secado . Natural
 - . Artificial

- Lavado (Si o No)

- Limpieza (Si o No)

- Selección (Si o No)

3.4.2 Discusión de las alternativas técnicas

3.4.2.1 Fermentación

CUADRO NO. 6

RECOLECCION MENSUAL DE CACAO SECO
COSECHAS 1974-75, 1975-76 Y ESTRUCTURA PORCENTUAL
PROMEDIO. ASOCIACION TUXTLA CHICO

MESES	COSECHA 74-75 ton.	COSECHA 75-76 ton.	ESTRUCTURA PROMEDIO %
Junio	3.57	19.30	1.572
Julio	31.85	27.30	4.063
Agosto	44.73	43.10	6.034
Septiembre	46.20	114.10	11.013
Octubre	81.30	110.70	13.192
Noviembre	41.65	84.00	8.632
Diciembre	81.90	123.20	14.091
Enero	158.40	176.80	23.028
Febrero	66.50	53.13	8.218
Marzo	24.20	25.25	2.897
Abril	21.00	23.80	3.078
Mayo	<u>22.80</u>	<u>30.80</u>	<u>3.682</u>
T O T A L	624.14	831.48	99.500

FUENTE: CONADECA

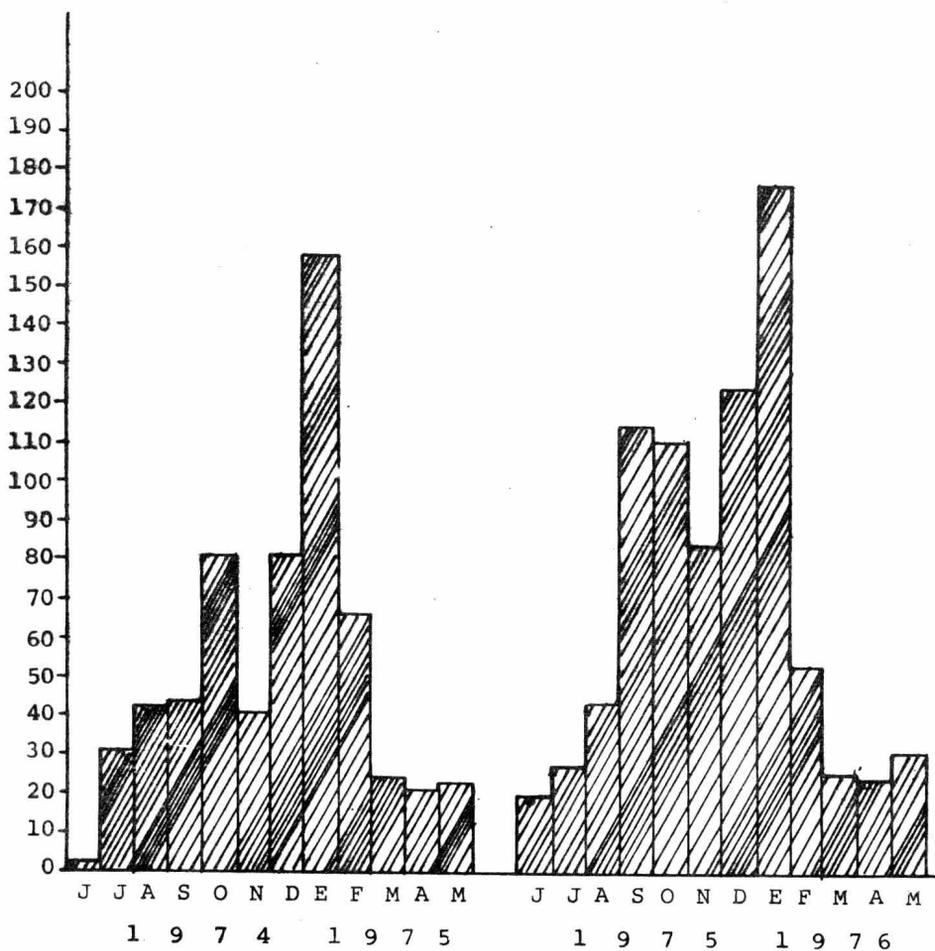
ESQUEMA NO. 3

RECOLECCION MENSUAL DE CACAO

COSECHAS 1974-75 y 1975-76

ASOCIACION TUXTLA CHICO

meses/ton.



COSECHA 1974-75 (624 TON.)

COSECHA 1975-76 (831 TON.)

FUENTE: CONADECA

CUADRO NO. 7

RECOLECCION MENSUAL ESTIMADA PARA LOS AÑOS 1977-86

(ton. de cacao seco)

AÑO										
MES	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86
E	227	234	243	259	266	277	287	297	307	318
F	81	84	87	92	95	99	102	106	110	113
M	33	35	36	38	39	41	42	44	45	47
A	30	31	32	35	36	37	38	40	41	42
M	36	37	39	41	43	44	46	48	49	51
J	15	16	17	18	18	19	20	20	21	22
J	40	41	43	46	47	49	51	52	54	56
A	59	61	64	68	70	73	75	78	81	83
S	108	112	116	124	127	132	137	142	147	152
O	130	134	139	148	153	159	164	170	176	182
N	85	88	91	97	100	104	108	111	115	120
D	<u>139</u>	<u>143</u>	<u>149</u>	<u>159</u>	<u>163</u>	<u>169</u>	<u>176</u>	<u>182</u>	<u>188</u>	<u>194</u>
TOTAL	983	1016	1056	1125	1157	1203	1247	1290	1334	1380

CUADRO NO. 8

RECOLECCION MENSUAL PROCESABLE DE LA ESTIMADA PARA
 LOS AÑOS 1977-1986 CONSIDERANDO UNA AMPLIACION DE
 CAPACIDAD DE 33% A PARTIR DEL 6° AÑO
 (ton. de cacao seco)

MES	AÑO									
	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86
E	130	130	130	130	130	173	173	173	173	173
F	81	84	87	87	87	87	87	87	110	113
M	33	35	36	38	39	41	42	43	43	43
A	30	31	32	35	36	37	38	40	41	42
M	36	37	39	41	43	43	43	43	43	43
J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
J	40	41	43	43	43	43	43	43	43	43
A	43	43	64	68	70	73	75	78	81	83
S	108	112	116	124	127	130	130	130	130	152
O	130	130	130	130	130	159	164	170	173	173
N	85*	88*	91*	97*	100*	104*	108	111	115	120
D	<u>130</u>	<u>130</u>	<u>130</u>	<u>130</u>	<u>130</u>	<u>169</u>	<u>173</u>	<u>173</u>	<u>173</u>	<u>173</u>
TOTAL	846	861	898	923	935	1059	1076	1091	1125	1158

* Por razones de beneficio social no se disminuirá la mano de obra eventual en esta depresión de la producción.

CUADRO NO. 9

PORCENTAJE PROCESABLE DE LA RECOLECCION ANUAL ESTIMADA Y PORCENTAJE DE APROVECHAMIENTO DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA LOS AÑOS 1977 - 1986

AÑO	RECOLECCION PROCESABLE DE LA ESTIMADA	APROVECHAMIENTO DE LA CAPACIDAD INSTALADA
	%	%
1977	86.1	54.2
1978	84.7	55.2
1979	85.0	57.6
1980	82.0	59.2
1981	80.8	59.9
1982	88.0	51.0
1983	86.3	51.8
1984	84.6	52.6
1985	84.3	54.2
1986	83.9	55.8

Nota: Debido a la irregularidad de la recolección es prácticamente imposible procesar el 100% de la misma y simultáneamente aprovechar el 100% de la capacidad instalada. El porcentaje procesable de la recolección es un máximo bajo el criterio de que no es conveniente procesar volúmenes menores al 50% de la capacidad de la secadora ni instalar capacidad que permanezca ociosa en más de 50% al año.

CUADRO NO. 10

NIVELES DE OPERACION DE LA PLANTA PARA LOS AÑOS 1977 - 1986 DE

ACUERDO CON EL CUADRO NO. 8

MES	AÑO									
	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86
E	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
F	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
S	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
O	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4

Capacidad por nivel: 43 ton/mes.

Los números 0,1,2,3 y 4 indican el número de secadoras con sus correspondientes cajas de fermentación en operación.

Como puede apreciarse en este cuadro y en el anterior, los meses de operación oportuna resultan ser solamente 11, quedando el mes de junio reservado para las labores de mantenimiento general de la planta.

3.4.2.1.1 En canastas o en bandejas

Los sistemas de canastas y de bandejas, según se anotó antes, son propios para la fermentación de pequeñas cantidades, pues la capacidad de estos dispositivos es muy reducida. De tal manera que para una central de beneficio serían imprácticos, pues el número de unidades necesarias sería grande; el costo, elevado; y el manejo, bromoso.

3.4.2.1.2 En cajas

La práctica ha demostrado que la fermentación en cajas debidamente diseñadas rinde buenos resultados. Respetando la altura máxima recomendada en la masa fermentante, previendo el adecuado drenaje y la aereación controlada se pueden procesar grandes volúmenes de cacao y obtener buena calidad. Sin embargo, es necesario reconocer que la remoción del cacao en este sistema sigue siendo muy laboriosa.

3.4.2.1.3 En otros

Se han probado otros recipientes de fermentación tales como bateas de gran capacidad, cubas de fibra de vidrio con manejo mecánico, cilindros giratorios y seguramente otros, pero sin resultados satisfactorios. De hecho, ninguno ha trascendido el nivel de experimentación.

3.4.2.2 Secado

3.4.2.2.1 Natural

Por razones obvias y aunque la calidad del secado es buena en este sistema, el secado al sol queda eliminado de la selección por su demostrada incompatibilidad con los lineamientos de una central de beneficio.

3.4.2.2.2 Artificial

Dando por hecho que el secado será artificial, es necesario comparar los dos tipos de secador más frecuentemente usados para este menester:

El secador rotatorio se usa actualmente en grandes centrales de beneficio, en donde la captación regional de cacao justifica la elevada inversión y garantiza su pleno aprovechamiento. Por otro lado está el hecho de que este equipo se complementa con otro, el de presecado, que es igualmente costoso. Es conveniente notar que la elección de un equipo como éste obliga a adoptar la modalidad de lavado postfermentación que, como se discutirá más adelante, presenta más desventajas que ventajas.

El secador de túnel emparrillado - siendo de menor capacidad que el rotatorio puede instalarse en número tal que se adapte con mejor aproximación a las necesidades de procesamiento. Es un equipo sencillo que no requiere mucho mantenimiento aunque si requiere mano de obra para la remoción, pero esta mano de obra, dado que la remoción no es continua, puede provenir del mismo personal que se encargue de otros menesteres.

3.4.2.3 Lavado

La costumbre de lavar el grano después de la fermentación tiene su origen en necesidades y conveniencias técnicas del proceso en sí, más que en una necesidad real de lavar el grano. Es decir, se lava, porque de lo contrario se atascan los secadores rotatorios con el mucílago residual; se lava, porque el agua es un vehículo de transporte. Se argumenta en favor que, lavando, se obtiene mejor presentación y que el secado es más rápido, pero es necesario considerar los siguientes inconvenientes de esta operación:

- Hay una merma de 2 a 3% en peso que generalmente no paga el comprador.
- Implica un costo adicional que generalmente no se paga en el mercado.
- Desde el punto de vista mecánico el grano se debilita y se vuelve quebradizo, dificultando así su estiba y transporte.
- Desde el punto de vista microbiológico el grano se torna más vulnerable al ataque de insectos y mohos.
- El buen comprador sabe que la calidad del grano radica más en el interior del tegumento que en la tersura de una cascarilla que, en definitiva, será eliminada.

3.4.2.4 Limpieza

Aunque en el proceso de industrialización está incluida una operación de limpieza, es necesario separar, a nivel de beneficio, los granos rotos, los aplastados y los cuerpos extraños, tales co-

mo pedazos de corteza, pedazos de placenta, piedras grandes, etc., pues en este renglón los industriales tienen límites de aceptación.

3.4.2.5 Selección

La selección del grano por tamaños será conveniente cuando se obtengan precios diferenciales que paguen la operación. Actualmente no existe una normalización oficial del producto en este sentido.

3.4.3 Proceso elegido

Con base en la discusión de las alternativas técnicas el proceso que se considera más adecuado para la planta es el siguiente:

- Fermentación en cajas.
- Secado artificial (secador de túnel emparrillado)
- Lavado (No)
- Limpieza (Si)
- Selección (No, hasta el establecimiento de normas y precios diferenciales).

(ESQUEMA NO. 4)

3.5 BALANCE DE MATERIALES DEL PROCESO

Base: 100 kg. de cacao fresco

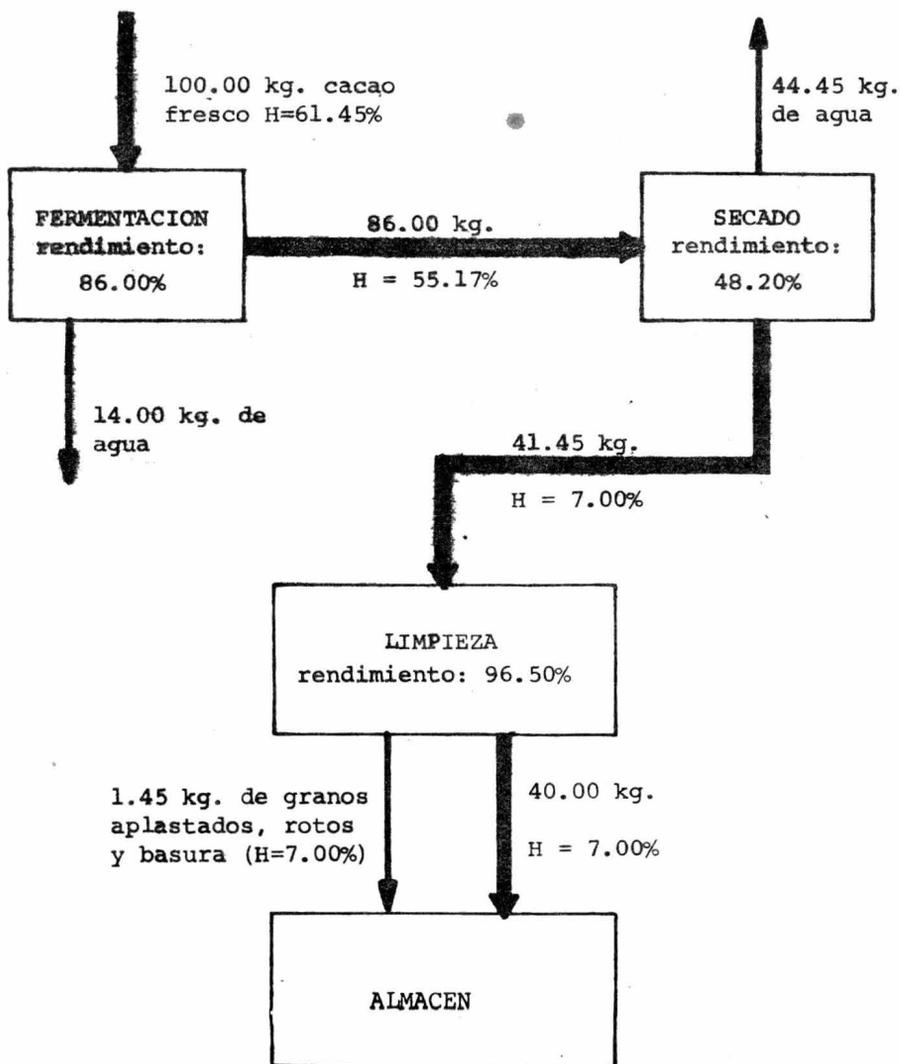
FERMENTACION

Entrada: 100 kg. fresco (H = 61.45%)

ESQUEMA NO. 4

DIAGRAMA DE BLOQUES Y BALANCE DE MATERIALES

Base: 100 kg. de cacao fresco



Composición

- Sólidos = 100.00 kg. (1-0.6145) kg. = 38.55 kg.

- Agua = 100.00 kg. (0.6145) = 61.45 kg.

Rendimiento = 86.00% (suposición: se pierde sólo agua)

Salida: 100.00 kg. x 0.86 = 86.00 kg. fermentado

Composición

- Sólidos = 38.55 kg.

- Agua = (86.00 - 38.55) kg. = 47.45 kg.

Agua eliminada = (61.45 - 47.45) kg. = 14.00 kg.

SECADO

Entrada: 86 kg. fermentado (H = 55.17%)

Composición

- Sólidos = 38.55 kg.

- Agua = 47.45 kg.

Rendimiento = 48.20%

Salida: 86.00 kg. x 0.482 = 41.45 kg. seco

Composición

- Sólidos = 38.55 kg.

- Agua = (41.45 - 38.55) kg. = 2.90 kg.

Agua eliminada = (47.45 - 2.90) kg. = 44.55 kg.

LIMPIEZA

Entrada: 41.45 kg. seco (H = 7.00%)

Composición

- Sólidos = 38.55 kg.

- Agua = (41.45 - 38.55) kg. = 2.90 kg.

Rendimiento = 96.50%

Salida: 41.45 kg. x 0.965 = 40.00 kg. limpio

Composición

- Sólidos = 41.45 kg. (1-0.07) = 37.2 kg.

- Agua = (41.45 - 37.2) kg. = 2.8 kg.

En la limpieza se obtienen también:

Granos aplastados, rotos

y basura (H=7.00%) = (41.45 - 40.00) kg. = 1.45 kg.

(ESQUEMA NO. 4)

3.6 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS PRINCIPALES

3.6.1 Datos principales

Capacidad mensual de diseño	130 ton/mes
Días laborables al mes	30 días/mes
Duración de la fermentación	7 días
Remoción en la fermentación	diaria
Densidad aparente del cacao fresco	900 kg./m ³
Rendimiento global del proceso	40%
Duración 1° fase del secado	6 horas
Duración 2° fase del secado	16 horas
Humedad del grano rodador	40%
Energía eléctrica	220 v., trifásica

Combustible	Diesel
Temperatura mínima promedio del aire ambiente (t_a)	20°C
Humedad relativa del aire ambiente (HR_a)	70%
Temperatura aire secante 1° fase del secado ($t_{1,1}$)	80%
Temperatura aire secante 2° fase del secado ($t_{1,2}$)	70°C

3.6.2 Recepción

$$\text{Producción diaria} = \frac{130,000 \text{ kg. seco}}{30 \text{ días}} = 4,333.33 \frac{\text{kg. seco}}{\text{día}}$$

$$\begin{aligned} \text{Recepción diaria} \\ \text{de cacao seco} &= 4,333.33 \text{ kg.} \frac{\text{seco}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ kg. fresco}}{0.4 \text{ kg. seco}} \\ &= 10,833.32 \frac{\text{kg. fresco}}{\text{día}} \end{aligned}$$

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
1	Báscula	500 kg. de capacidad (PIANO NO. 6)
2	Carretilla	300 kg. de capacidad

3.6.3 Fermentación

De acuerdo con recomendaciones de los especialistas, las cajas serán de madera de cedro u otra madera resistente y no resinosa,

formadas por tres cajones de 1 m³ de capacidad y se llenarán, hasta un 90% de su altura.

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de los} & \\ \text{cajones} & = 1 \frac{\text{m}^3}{\text{cajón}} \times 0.90 \times 900 \frac{\text{kg. fresco}}{\text{m}^3} \\ & = 810 \frac{\text{kg. fresco}}{\text{cajón}} \end{aligned}$$

Cajones necesarios

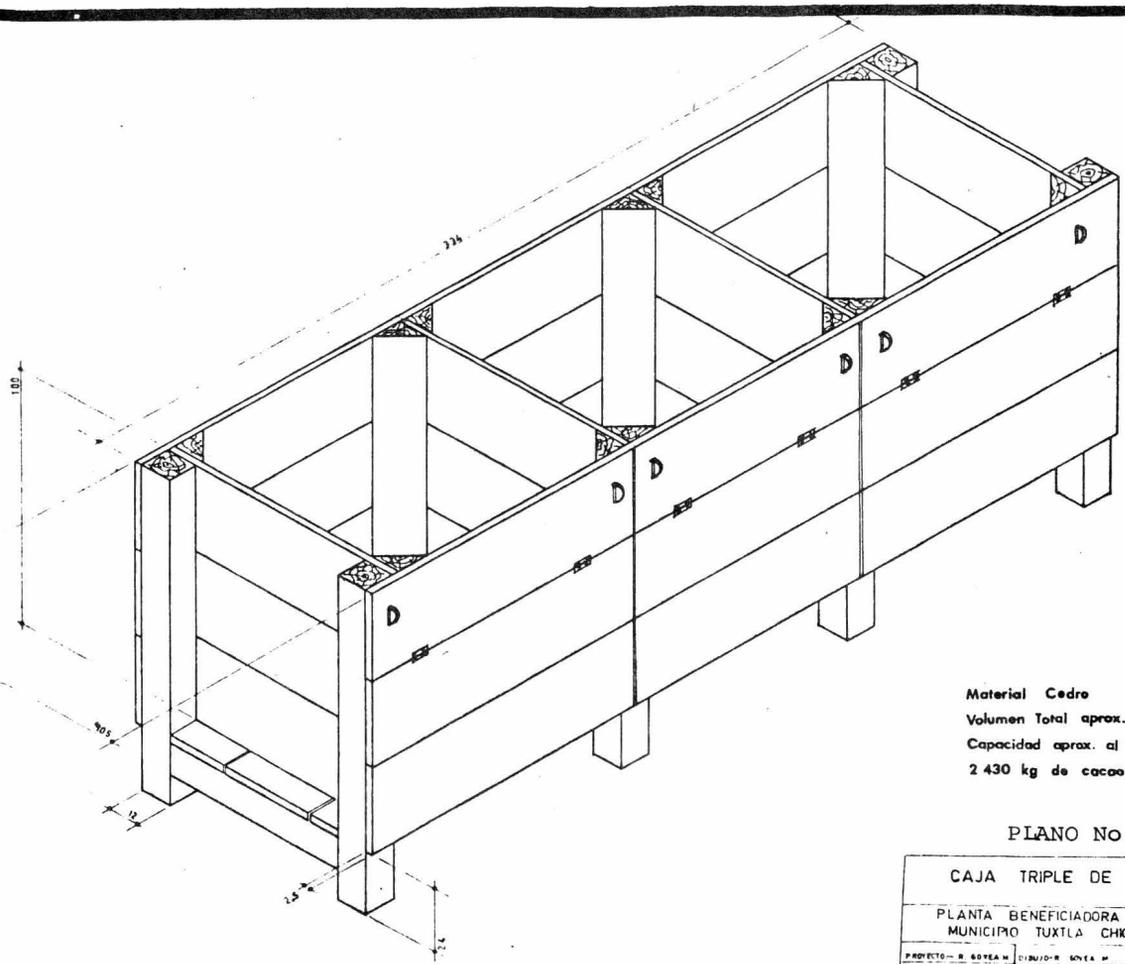
$$\begin{aligned} \text{para la recepción} & = 10,833.32 \frac{\text{kg. fresco}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ cajón}}{810 \text{ kg. fresco}} \\ \text{diaria} & = 13.37 \text{ cajones} \end{aligned}$$

Considerando la duración del proceso y la remoción diaria:

$$\begin{aligned} \text{Cajones necesarios} & = 13.37 \frac{\text{cajones}}{\text{día}} \times 7 \text{ días} + 6 \text{ cajones} \\ & = 100 \text{ cajones} \end{aligned}$$

Sean 36 cajas triples (108 cajones) repartidas en 6 hileras

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
36	Cajas triples de fermentación	Construidas en cedro, con un volumen total de 3 m ³ dividido en tres cajones de 1 m ³ . La capacidad total a 90% de llenado será de 2,430 kg. fresco (PLANOS NOS. 2 y 6).
2	Termómetro	Bimetálico, con vástago de 61 cm. y graduación de 0 a 100°C.



Material Cedro
 Volumen Total aprox. 3 m³
 Capacidad aprox. al 90% de llenado
 2 430 kg de cacao fresco

PLANO No. 2

CAJA TRIPLE DE FERMENTACION			
PLANTA BENEFICIADORA DE CACAO MUNICIPIO TUXTLA CHICO CHIS.			
PROYECTO - E. ESTEVAH	DISEÑO - R. MONTE W.	PLANO No.	
ESCALA - 1:100	ACCION - M.	FECHA - JUNIO 1978	

3.6.4 Secado

3.6.4.1 Composición de la masa de cacao durante el secado

Base: 86 kg. fermentado

	Sólidos	Agua	Total	
A la entrada				
H = 55.17%	38.55	47.45	86.00	kg.
Grano rodador				
H = 40.00%	38.55	25.70	64.25	kg.
A la salida				
H = 7.00%	38.55	2.90	41.45	kg.

3.6.4.2 Primera fase del secado

El agua a eliminar por hora será:

$$\begin{aligned}\Delta H' &= 10,833.32 \frac{\text{kg. fresco}}{\text{día}} \times \frac{1}{6h} \times \frac{21.75 \text{ kg. agua}}{100 \text{ kg. fresco}} \\ &= 392.70 \frac{\text{kg. agua}}{h}\end{aligned}$$

A fin de ajustar mejor la operación de la planta a la disponibilidad de materia prima, se proponen tres unidades iguales de secado.

El agua a eliminar por secadora, por hora será:

$$\Delta H'_{\text{sec}} = 392.70 \frac{\text{kg. agua}}{h} \times \frac{1}{3} = 130.9 \frac{\text{kg. agua}}{h}$$

3.6.4.2.1 Cálculo del volumen de aire necesario para secar

Aire ambiente	Aire secante	Aire salida
$t_a = 20^\circ\text{C}$	$t_{1,1} = 80^\circ\text{C}$	$t_2 = 33.33^\circ\text{C}$
$HR_a = 70\%$	$HR_1 = 10\%$	$HR_2 = 90\%$
$Y'_a = 0.0105 \frac{\text{kg. agua}}{\text{kg. a.s.}}$	$Y'_1 = 0.0105 \frac{\text{kg. agua}}{\text{kg. a.s.}}$	$Y'_2 = 0.0300 \frac{\text{kg. agua}}{\text{kg. a.s.}}$
	$tbh_1 = 32^\circ\text{C}$	

Donde: Y' = humedad absoluta en por ciento

tbh = temperatura de bulbo húmedo

La cantidad de aire por humidificar será:

$$M = \frac{\Delta H'_{sec}}{\Delta Y'} = 130.9 \frac{\text{kg. agua}}{\text{h}} \times \frac{1}{(0.0300 - 0.0105)} \frac{\text{kg. agua}}{\text{kg. a.s.}}$$

$$= 6,712.82 \frac{\text{kg. a.s.}}{\text{h}} = 3,051.28 \frac{\text{lb. a.s.}}{\text{h}}$$

y el volumen de aire ambiente necesario

$$V = M \times VH \left| \begin{array}{l} t_a \\ HR_a \end{array} \right. = 6,712.82 \frac{\text{kg. a.s.}}{\text{h}} \times 0.84186 \frac{\text{m}^3}{\text{kg. a.s.}}$$

$$= 5,651.25 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad (\text{volumen que manejará el ventilador})$$

Donde: VH = volumen húmedo

3.6.4.2.2 Cálculo de la cantidad necesaria de combustible

Calor requerido = $q = MC_{p,a} (t_{1,1} - t_a)$

$$= 6,712.82 \frac{\text{kg. a.s.}}{\text{h}} \times 0.2447 \frac{\text{kg.-cal}}{\text{kg. a.s.}^\circ\text{C}} \times (80-20)^\circ\text{C}$$

$$= 98,557.62 \frac{\text{kg.-cal}}{\text{h}}$$

Donde: C_p = calor específico

Combustible

$$\begin{aligned} \text{necesario} &= q_{c1} = q \times \frac{1}{\text{eficiencia}} \times \frac{1}{\text{poder calorífico del}} \\ 1^\circ \text{ fase} & \qquad \qquad \qquad \text{combustible} \\ &= 98,557.62 \text{ kg.-cal} \times \frac{1}{0.70} \times \frac{1}{9,187} \frac{\text{kg.-cal}}{1} \\ &= 15.32 \frac{1}{\text{h}} = 4.05 \frac{\text{gal}}{\text{h}} \end{aligned}$$

3.6.4.3 Segunda fase del secado

Considerando que las condiciones de la 1° fase del secado son más difíciles que las de la segunda, el dimensionamiento del equipo debe corresponder a aquellas. Sin embargo se reconoce que durante la segunda fase no es necesario suministrar tanto calor como en la primera, razón por la que se propone una temperatura de aire secante de 70°C. ($t_{1,2}$)

Manteniendo entonces el volumen de aire por calentar, el combustible necesario, por analogía con los cálculos anteriores, será:

Combustible

$$\begin{aligned} \text{necesario} &= q_{c2} = \frac{q_{c1} (t_{1,2} - t_a)}{t_{1,1} - t_a} \\ 2^\circ \text{ fase} &= 15.32 \frac{1}{\text{h}} \times (70 - 20)^\circ\text{C} \times \frac{1}{(80 - 20)^\circ\text{C}} \\ &= 12.76 \frac{1}{\text{h}} = 3.37 \frac{\text{gal}}{\text{h}} \end{aligned}$$

3.6.4.4 Dimensionamiento del intercambiador de calor

3.6.4.4.1 Coeficiente de transferencia de calor

De la literatura técnica y la experiencia de fabricantes de equipo de intercambio de calor se obtuvieron los siguientes datos acerca del coeficiente total de transferencia de calor en el servicio de calentamiento de aire con gases de combustión en intercambiadores de calor de banco de tubos y coraza.

U_D	$\frac{\text{BTU}}{\text{hft}^2\text{°F}}$	FUENTE:
0.1 - 10		Peters, Max S. y Nlaus D. Timmerhaus. Plant Design and economics for chemical Engineers Segunda edición International Student Edition.
2 - 2.5		Ludwig, Erneste Applied Process Design for chemical and Petrochemical plants. (V. III) Gull Publishing Company U.S.A., 1965
2.5		Fabricantes de equipo de intercambio de calor.

Sobre la base de esta información y para efectos de dimensionamiento del intercambiador de calor se considera un coeficiente total de transferencia de calor de:

$$U_D = 2.5 \frac{\text{BTU}}{\text{hft}^2\text{°F}} = 0.4882 \frac{\text{Cal}}{\text{h cm}^2\text{°C}}$$

3.6.4.4.2 Media logarítmica del incremento de temperatura

Fluido			Fluido
Caliente			Frío
°F			°F
2,050	-	176	= 1874°F
400	-	68	= 332°F

$$\overline{\Delta T}_L = \frac{(1874 - 332)}{\ln \frac{1874}{332}} = 890.97^\circ\text{F} = 477.2^\circ\text{C}$$

3.6.4.4.3 Area de transferencia requerida

El área de transferencia requerida será:

$$A = \frac{q}{U_D T_L} = 391,125.91 \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \times \frac{1}{2.5 \frac{\text{BTU}}{\text{hft}^2\text{°F}}} \times \frac{1}{890.97^\circ\text{F}}$$

$$= 175.6 \text{ ft}^2 = 163,352.9 \text{ cm}^2$$

Se propone un sistema de tubo-hogar y dos pasos por tubos para los gases de combustión, y un solo paso por fuera de tubos para el aire secante.

3.6.4.4.4 Determinación del diámetro de chimenea.

Sean: D_{th} = 8.874 in. (20 cm.) el diámetro externo del tubo-hogar
 D_t = 2 in. el diámetro externo de los tubos flux (12 BWG)
 L = Longitud interna, tanto de tubos como del tubo-hogar
 S_{ch} = Sección de chimenea
 D_{ch} = Diámetro interno de chimenea

Del "Rocket Engineering Guide" de Eclipse Fuel Engineering Co., se requiere 1 in² de sección de chimenea por cada 7,000 $\frac{\text{BTU}}{\text{h}}$ quemados en quemadores atmosféricos. Sin embargo, considerando un 10% de exceso como margen de diseño:

$$S_{ch} = 558,751.3 \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ in}^2}{7,000 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}} \times 1.1 = 87.80 \text{ in}^2$$

$$D_{ch} = \left(\frac{4 S_{ch}}{\pi} \right)^{0.5} = \left(\frac{4}{3.1416} \times 87.8 \right)^{0.5} = 10.57 \text{ in} = 26.85 \text{ cm.}$$

3.6.4.4.5 Determinación del número de tubos

Tomando en cuenta que el volumen de los gases de combustión se reduce conforme avanzan estos y ceden calor, es necesario colapsar la sección de flujo a cada paso a fin de evitar el abatimiento excesivo de la masa - velocidad de los mismos.

Según una regla empírica empleada por fabricantes de equipo de transferencia de calor, la sección de flujo del 1° paso (A_{f1}) será un 10% mayor que la del 2° paso (A_{f2}), y a su vez ésta será un 10% mayor que la de chimenea, entonces:

$$A_{f2} = 1.1 S_{ch} = 1.1 \times 87.8 \text{ in}^2 = 96.58 \text{ in}^2$$

$$A_{f1} = 1.1 A_{f2} = 1.1 \times 96.58 \text{ in}^2 = 106.23 \text{ in}^2$$

La sección de flujo por tubo es:

$$S_t = \frac{\pi}{4} (D_t - \text{espesor})^2 = \frac{3.1416}{4} (2.0 - 0.218)^2 \text{ in}^2 = 2.49 \text{ in}^2$$

La distribución de tubos será entonces:

$$\frac{A_{f1}}{S_t} = \frac{106.23 \text{ in}^2}{2.49 \text{ in}^2} = 42.49. \text{ Sean } 42 \text{ tubos para el } 1^\circ \text{ paso}$$

$$\frac{Af_2}{St} = \frac{96.58 \text{ in}^2}{2.49 \text{ in}^2} = 38.78. \text{ Sean 38 tubos para el 2}^\circ \text{ paso}$$

Número total de tubos = Nt = 80 tubos

3.6.4.4.6 Longitud de tubos

$$L = \frac{A}{(\pi D_t \times Nt) + D_{th}}$$

$$L = \frac{175.6 \text{ ft}^2}{3.1416 \times \frac{2 \text{ in}}{12 \frac{\text{in}}{\text{ft}}} \times 80 + 3.1416 \times 7.874 \text{ in} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \frac{\text{in}}{\text{ft}}}}$$

$$= 4 \text{ ft} = 122 \text{ cm.}$$

3.6.4.4.7 Caída de presión por fuera de tubos

La caída de presión total por fuera de tubos se considerará constituida por seis caídas parciales de presión:

$$\Delta P_t = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6$$

ΔP_1 - La caída de presión por expansión-contracción entre la descarga del ventilador y el segundo banco de tubos.

Conforme al Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practice, 13th edition, American Conference of Governmental Industrial Hygienists:

$$\Delta P_1 = 1.78 P_{v1,E} + 0.49 P_{v1,C}$$

Donde: Pv = presión dinámica

E = expansión, C = contracción



QUIMICA

$$u_{1,E} = \frac{V_{1,E}}{S_{1,E}} = \frac{5,651.25 \frac{m^3}{h}}{0.50 \times 0.375 \text{ in}^2} \times \frac{1 \text{ ft}}{0.305 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min.}}$$
$$= 1,647 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$$

Donde: u = velocidad

Del "Pocket Engineering Guide"

$$u_{1,E} = 1,096.2 \left(\frac{Pv_{1,E}}{d_{1,E}} \right)^{0.5}$$
$$Pv_{1,E} = \left(\frac{u_{1,E}}{1,096.2} \right)^2 d_{1,E} = \left(\frac{1,647}{1,096.2} \right)^2 0.0735$$
$$= 0.166 \text{ in wc} = 4.21 \text{ mm ca}$$

Donde: d = densidad relativa

$$u_{1,C} = \frac{u_{1,C}}{S_{1,C}} = \frac{5,651.25 \frac{m^3}{h}}{9 \times 0.5 \times 48 \text{ in}^2} \times \frac{1 \text{ in}^2}{(0.0254)^2 \text{ m}^2} \times \frac{1 \text{ ft}}{0.305 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$
$$= 2,216 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$$

$$Pv_{1,C} = \left(\frac{u_{1,C}}{1,096.2} \right)^2 d_{1,C} = \left(\frac{2,216}{1,096.2} \right)^2 0.0735$$
$$= 0.3 \text{ in wc} = 7.63 \text{ mm ca}$$

Donde: = viscosidad

$$\Delta P_1 = (1.78 \times 4.21) \text{ mm ca} + (0.49 \times 7.63) \text{ mm ca} = 11.23 \text{ mm ca}$$

ΔP_2 - La caída de presión ocasionada por el segundo banco de tubos.

ΔP_4 - La caída de presión ocasionada por el primer banco de tubos.

Según el Kern, Donald Q. Procesos de Transferencia de Calor la. Edición en español, compañía Editorial Continental, S.A., 1972.,

y considerando ambos bancos juntos:

$$\Delta P_2 + \Delta P_4 = \frac{f G_s^2 D_s (N + 1)}{5.22 \times 10^{10} De d_s \phi_s}$$

Donde: f = factor de Darcy

G_s = velocidad por la coraza

D_s = diámetro de la coraza (equivalente a sección circular)

$N + 1 = 1$ = número de cruces

De = diámetro equivalente de la coraza

d_s = densidad relativa

$\phi_s = 1 = \mu / \mu_w$ en la pared de los tubos

Conforme a las recomendaciones del Peters, Max S., Plant Design and Economics for Chemical Engineers:

Sean: $P_T = 2.5$ in., la distancia entre centros de tubos

$C' = 0.5$ in., el claro entre tubos.

$h = 20.5$ in., la altura interior del espejo.

$a'_i = 23.815$ in., el ancho interior del espejo.

$a' = 33.79$ in., el ancho del espejo.

$B = 48$ in., el claro entre mamparas

$$D_s = \left(\frac{h \times a'_i}{0.785} \right)^{0.5} = \left(\frac{20.5 \times 23.789}{0.785} \right)^{0.5} \text{ in} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} = 2.078 \text{ ft}$$

$$S_s = \frac{h C' B}{144 P_T} = \frac{20.5 \text{ in} \times 0.5 \text{ in} \times 48 \text{ in}}{144 \frac{\text{in}^2}{\text{ft}^2} \times 2.5 \text{ in}} = 1.366 \text{ ft}^2$$

$$G_s = \frac{M}{S_s} = \frac{14,768.2 \frac{\text{lb}}{\text{h}}}{1.366 \text{ ft}^2} = 10,811 \frac{\text{lb}}{\text{h ft}^2}$$

$$\begin{aligned} De &= \frac{4 (0.86 P_T^2 - 0.25 \pi D_t)^2}{x D_t} \\ &= \frac{4 (0.86 \times 2.5^2 \text{ in}^2 - 0.25 \times 3.1416 \times 2^2 \text{ m}^2)}{3.1416 \times 2 \text{ in}} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} \\ &= 0.1185 \text{ ft} \end{aligned}$$

El número de Reynolds será:

$$N_{Re} = \frac{De G_s}{\mu} = \frac{0.1185 \text{ ft} \times 10,811 \frac{\text{lb}}{\text{h ft}^2}}{0.048 \frac{\text{lb}}{\text{h ft}}} = 26,690$$

$$f = 0.00173$$

$$\begin{aligned} \Delta P_2 + \Delta P_4 &= \frac{0.00173 \times 10,811^2 \times 2.078}{5.22 \times 10^{10} \times 0.1185 \times 0.0012} = 0.0566 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \\ &= 39.82 \text{ mm ca} \end{aligned}$$

ΔP_3 - La caída de presión por expansión-contracción entre el segundo banco de tubos y el primero.

$$\Delta P_3 = 1.5 P_{v3}$$

$$P_{v3} = P_{v1,C}$$

$$\Delta P_3 = 1.5 \times 7.63 \text{ mm ca} = 11.445 \text{ mm ca}$$

ΔP_5 - La caída de presión por expansión-contracción entre el primer banco de tubos y el tubo-hogar.

$$\Delta P_5 = 1.78 P_{v5,E} + 0.49 P_{v5,C}$$

$$u_{5,a} = \frac{V_{5,E}}{S_{5,E}} = \frac{V_{5,E}}{S_{1,C}}$$

$$= \frac{5,651.25 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \frac{176 + 460}{68 + 460}}{216 \text{ in}^2} \times \frac{1 \text{ in}^2}{(0.0254)^2 \text{ m}^2} \times \frac{1 \text{ ft}}{0.305 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

$$= 2,669.28 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$$

$$P_{V_{5,a}} = \left(\frac{u_{5,E}}{1,096.2} \right)^2 \quad d_{5,E} = \left(\frac{2,669.28}{1,096.2} \right)^2 \cdot 0.0735 \cdot \frac{68 + 460}{176 + 460}$$

$$= 0.3618 \text{ in wc} = 9.19 \text{ mm ca}$$

$$u_{5,b} = \frac{V_{5,C}}{S_{5,C}} = \frac{6,807.13 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{1.22 \times 0.4 \text{ m}^2} \times \frac{1 \text{ ft}}{0.305 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

$$= 762.25 \text{ ft min}$$

$$P_{V_{5,C}} = \left(\frac{u_{5,C}}{1,096.2} \right)^2 \quad d_{5,b} = \left(\frac{762.25}{1,096.2} \right)^2 \cdot 0.061 = 0.0295 \text{ in wc}$$

$$= 0.75 \text{ mm ca}$$

$$\Delta P_5 = (1.78 \times 9.19) \text{ mm ca} + (0.49 \times 0.75) \text{ mm ca} = 16.725 \text{ mm ca}$$

ΔP_6 - La caída de presión ocasionada por el lecho de cacao fresco.

$\Delta P_6 = 20 \text{ mm ca}$ aproximadamente, determinados experimentalmente en secadoras similares a la que se propone.

$$\Delta P_t = (11.23 + 39.82 + 11.445 + 16.725 + 20) \text{ mm ca} = 99.22 \text{ mm ca}$$

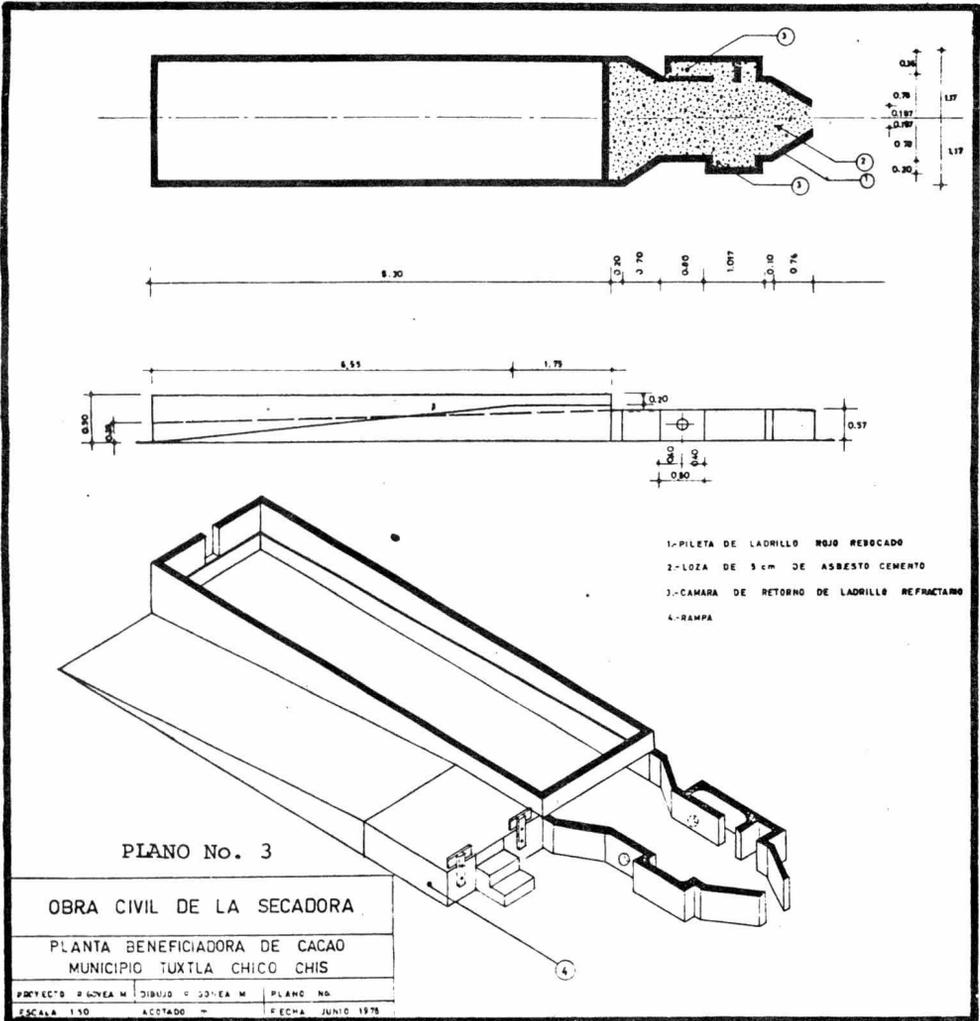
3.6.4.4.8 Dimensionamiento de la pileta de secado

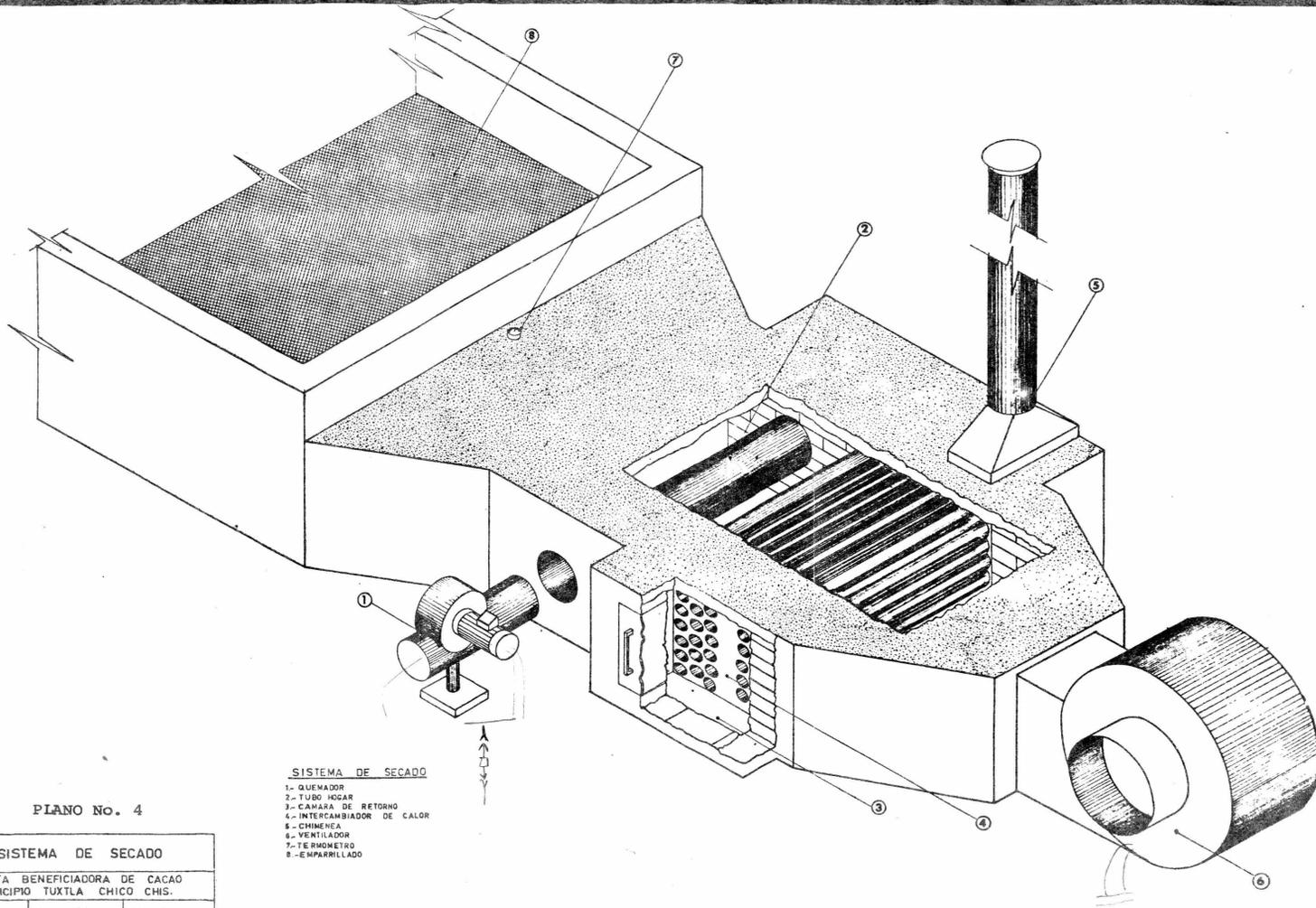
Para la pileta de secado se respetarán las dimensiones que son usuales en los equipos instaladas en México para el mismo fin, mis mas que se señalan en el plano correspondiente.

El espesor promedio del lecho de cacao fresco por secarse será de 20 cm., aproximadamente.

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
3	Pileta de secado	Construida en ladrillo rojo, rebo- cada con cemento gris y provista de un emparrillado metálico de (8 x 2) m ² con barrenos de 1/4 in y descarga a transportador horizon- tal (PLANOS NOS. 3, 4 y 6).
3	Quemador de Diesel	Tipo cañón, de tiro forzado, con boquilla de 45° y barreno doble (4 y 3.5 GPH) provisto de motor eléctrico de 1/2 HP. (PLANOS NOS. 4 y 6).
3	Tubo-hogar	Construido de hierro dulce con 20 cm. de diámetro externo, 1 cm. de espesor y 152 cm. de longitud. (PLANOS NOS. 4 y 5).
3	Chimenea	Construida en lámina galvanizada de calibre 20, con 26.85 cm. de diámetro y altura suficiente para sobresalir 1 m. del lecho superior del techo. (PLANOS NOS. 4 y 6).

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
3	Ventilador centrífugo	Para manejar 5,650 m ³ /h con una presión estática de descarga superior a 100 mm ca, provisto de motor eléctrico de 5 HP y transmisión por bandas. (PLANOS NOS. 4 y 6).
3	Intercambiador de calor 1-2	Compuesto por 80 tubos flux de 2 in. 12 BWG y 4 ft de largo distribuidos en dos pasos (42 y 38). Los tubos serán recocidos y pulidos en sus extremos y rolados a los espejos de placa de acero de 1/4 in. (PLANOS NOS. 4 y 5).
3	Termómetro bimetálico	De vástago de 12 in. con graduación de 0 a 150°C.
5	Rastrillo	De madera.
1	Tanque de combustible	Construido en lámina calibre 14 y con 7,000 l de capacidad. De forma cilíndrica (d = 182 cm., l = 270 cm) Provisto de una entrada de registro para hombre y placas de refuerzo para soportarse en base de concreto. (PLANO NO. 6).





SISTEMA DE SECADO

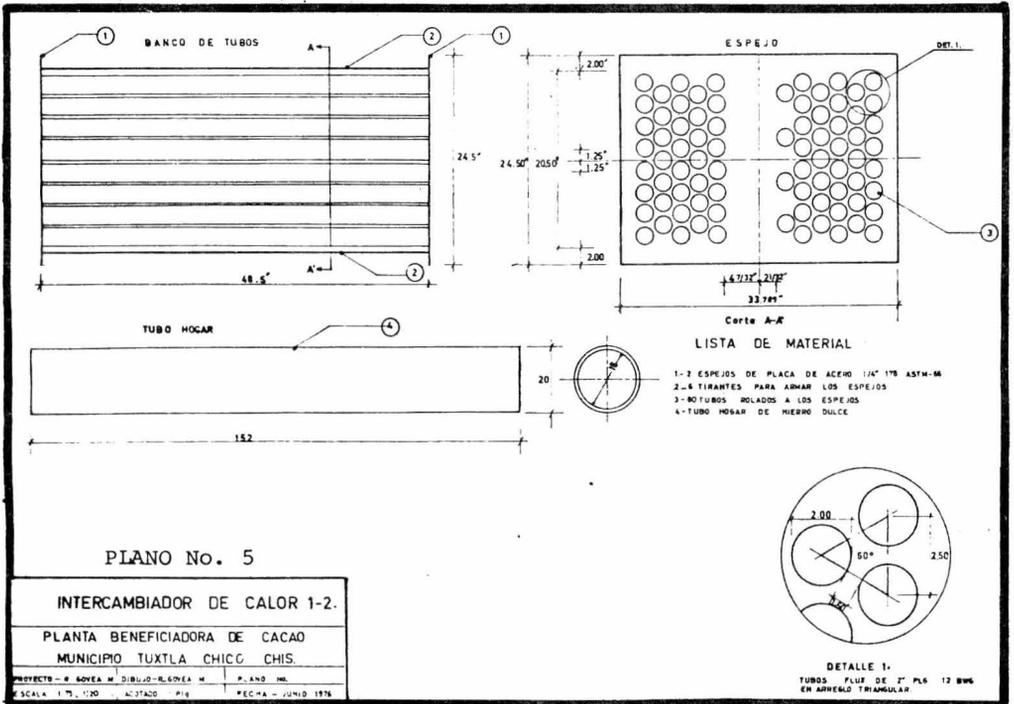
- 1.- QUEMADOR
- 2.- TUBO HOGAR
- 3.- CAMARA DE RETORNO
- 4.- INTERCAMBIADOR DE CALOR
- 5.- CHIMENEA
- 6.- VENTILADOR
- 7.- TERMOMETRO
- 8.- EMPARRILLADO

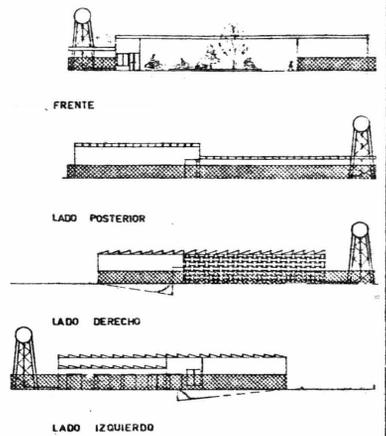
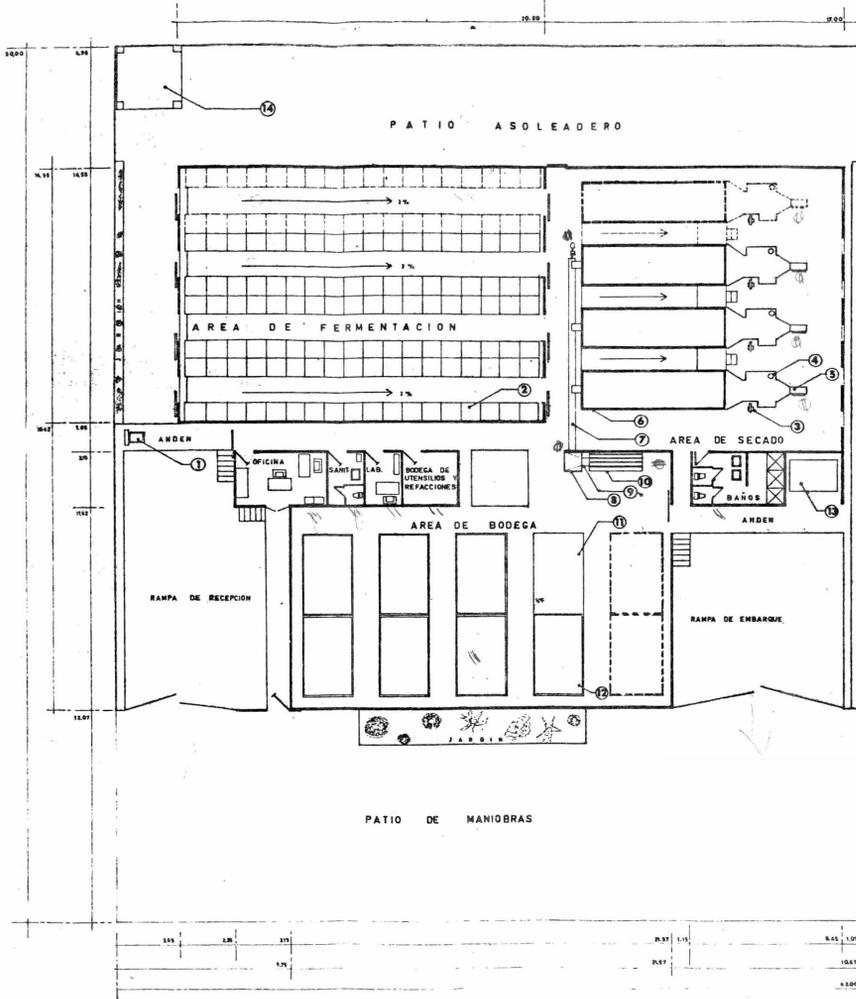
PLANO No. 4

SISTEMA DE SECADO

PLANTA BENEFICIADORA DE CACAO
MUNICIPIO TUXTLA CHICO CHIS.

PROYECTO O SERIE N.	DIBUJO O HOJA N.	PLANO No.
ESCALA 1:10	ACERCAO	FECHA JUNIO 1976





AREA DE FERMENTACION	302.64 m ²
AREA DE SECADO	247.35 m ²
AREA DE ALMACEN	290.53 m ²
AREA CONSTRUIDA	1,593.06 m ²
TERRENO	2,100.00 m ²

- 1.- BACULA
- 2.- CAJA DE FERMENTACION
- 3.- QUEMADOR
- 4.- CHIMNEA
- 5.- VENTILADOR
- 6.- PILETA DE SECADO
- 7.- TRANSPORTADOR DE CUSANO
- 8.- JOLTA
- 9.- ELEVADOR
- 10.- LIMPIADORA
- 11.- COSTALERIA
- 12.- ESTIBA
- 13.- TANQUE DE COMBUSTIBLE
- 14.- TANQUE DE AGUA

FUTURA AMPLIACION - - - - -

PLANO No. 6

DISTRIBUCION DE AREAS Y DISPOSICION DE EQUIPOS	
PLANTA BENEFICADORA DE CACAO MUNICIPIO "UXTLA CHICO OHS"	
PROYECTA: R. BARRERA	ELABORA: R. BARRERA
ESCALA: 1:500	FECHA: JUL. 1978

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
1	Transportador helicoidal horizontal	De 12 m. de longitud. Con capacidad aproximada de 725 kg/h, provisto de motorreductor eléctrico de 1 HP. (PLANO NO. 6).
2	Extinguidor de fuego	De polvo químico, con capacidad de 6.8 kg.

3.6.5 Limpieza

Producción diaria = 4,333.33 kg. seco

Tiempo de descarga = 6 h.

Capacidad de la limpiadora

$$\begin{aligned} \text{con 33\% de exceso} &= 4,333.33 \text{ kg. seco} \times \frac{1}{6 \text{ h}} \times 1.33 \\ &= 960 \frac{\text{kg. seco}}{\text{h}} \end{aligned}$$

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
1	Limpiadora mecánica	Continúa, con capacidad de 960 $\frac{\text{kg. seco}}{\text{h}}$ de cilindro horizontal de 1.10 de diámetro y 3 m. de longitud. Construido con barrotes metálicos y una canal helicoidal interior. Provista de un motorreductor de 3 HP, transmisión de cadena y 3 tolvas; una sencilla para la

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
		alimentación, otra sencilla para la salida de granos aplastados, rotos y polvo y una doble para la salida de grano limpio. La salida de cuerpos extraños grandes será por el extremo opuesto a la alimentación. La separación entre barrotes será de 4 a 5 mm. para la eliminación de granos aplastados, rotos y polvo. El cilindro entero se alojará en el interior de un paralelepípedo de lámina y el equipo todo se soportará sobre una base de estructura metálica. (PLANO NO. 6).
1	Elevador de cangilones	De 5 m. de altura, con capacidad de 960 <u>kg. seco</u> y provisto de un motorreductor eléctrico de 1 HP. (PLANO NO. 6).
1	Báscula	Móvil, de 500 kg. de capacidad.
2	Carretilla	De 300 kg. de capacidad.

3.6.6 Almacén

El almacén tendrá capacidad suficiente para almacenar 1 mes de producción.

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
20	Tarima	De (2.7 x 1.60) m ² x 15 cm. de altura, construidas en madera. (PLANO NO. 6).
5	Extintor de fuego	De polvo químico, con capacidad de 6.8 kg.

3.7 DESCRIPCION DEL PROCESO Y FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA

Considerando la naturaleza del cacao, la temporalidad de su producción y la continuidad ininterrumpible de las operaciones del beneficio, se considera conveniente que la planta opere los 7 días de la semana y las 24 horas del día, aunque el personal podrá ser sensiblemente disminuido en la jornada nocturna.

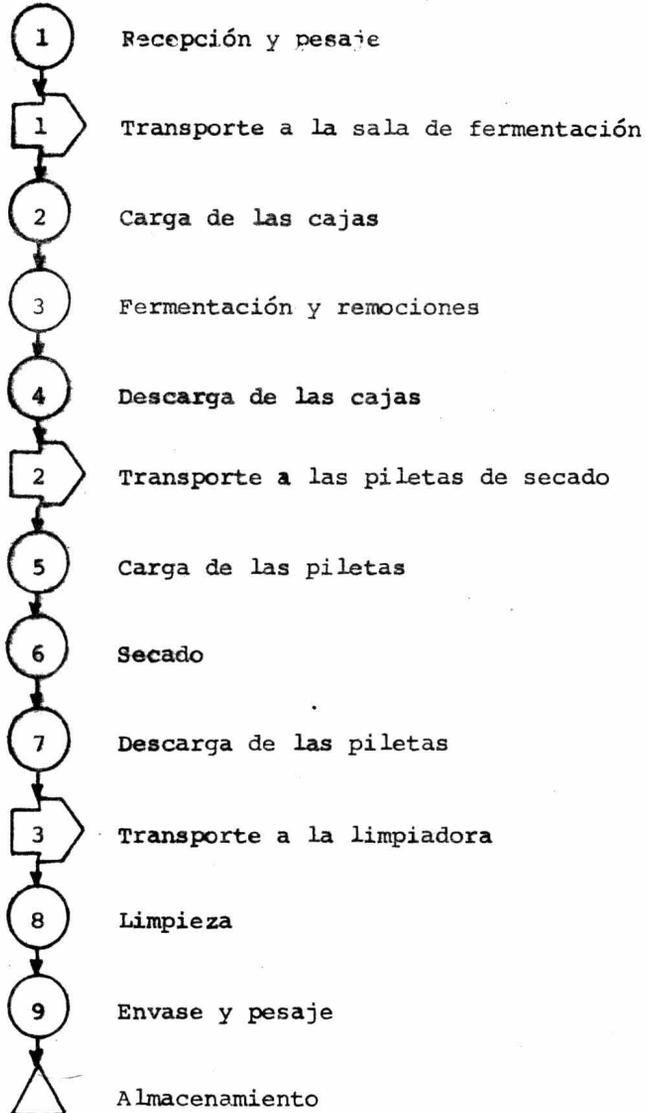
Los pasos del proceso (ESQUEMA NO. 5), su secuencia y su descripción se anotan a continuación.

3.7.1 Recepción

La recepción se hará diariamente de 8:00 a 12:00 A.M. El cacao fresco llegará en grano, envuelto en toda la pulpa del fruto y envasado en costales tejidos con yute o polietileno. El trans-

ESQUEMA NO. 5

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



Operaciones	9
Transportes	3
Actividades combinadas	2

porte de la materia prima hasta la planta se hará en lomo de bestias de carga o en camiones, pero siempre por cuenta del productor. La planta facilitará la descarga de los costales mediante una diferencia de niveles.

El cacao será pesado a la entrada y su liquidación será inmediata. La decisión de aceptación o rechazo de la materia prima quedará al juicio y la experiencia del encargado de recepción, siendo rechazable aquel cacao que presente pobreza de pulpa, notoria falta de madurez o cualquier otra anomalía que pudiera impedir o dificultar su procesamiento.

El transporte de los costales de cacao fresco a la sala de fermentación se hará mediante carretillas.

3.7.2 Fermentación

La distribución del grano fresco en las cajas destinadas a la recepción diaria se hará buscando formar, hasta donde sea posible y nuevamente a criterio del recepcionador, lotes homogéneos en cuanto a variedad botánica y grado de madurez, y heterogéneos en cuanto a riqueza o pobreza de pulpa. Se dejará siempre un cajón vacío por extremo de fila para facilitar la remoción.

El proceso de fermentación durará alrededor de siete días y se controlará mediante mediciones periódicas de temperatura con termómetros bimetálicos de vástago largo y remociones cotidianas con el propósito de oxigenar la masa fermentante.

En principio se cree que las cajas de fermentación no requerirán ser cubiertas con hojas de platanero o polietileno y que la temperatura del cacao durante la fermentación se mantendrá dentro del ámbito aceptable de los 40-50°C a partir del tercer día, debido a las previsiones de aereación en el diseño de las cajas y de conservación de calor en las instalaciones. Sin embargo, dado el caso se cubrirían las cajas.

Las remociones se realizarán en las primeras horas de la mañana transvasando el cacao de un cajón a otro mediante palas de madera, para facilitar lo cual las cajas cuentan con paredes móviles divididas en secciones.

La decisión de suspender la fermentación para proceder al secado se tomará en base a los resultados de la prueba del corte, misma que consiste en abrir un total de 10 granos por cajón y determinar el número de ellos que, por su coloración y grado de dilatación de canales interiores puedan considerarse bien fermentados.

Una masa bien fermentada deberá presentar 8 de 10 granos con los canales interiores abiertos y la coloración café claro, característica.

La limpieza en la sala de fermentación se hará eliminando con abundante agua los residuos del proceso que caigan sobre el piso, a fin de evitar que estos sufran putrefacción debajo de las cajas y comuniquen malos olores a la masa en proceso.

Llegado el momento del secado, el transporte a la sala correspondiente se efectuará en carritos de madera los cuales volcarán la masa fermentada directamente sobre el emparrillado de las secadoras.

3.7.3 Secado

La carga de secado se distribuirá de tal modo que presente un nivel homogéneo en la secadora, utilizando para ello rastrillos de madera.

La operación de secado durará aproximadamente 22 horas, de las cuales se distinguen las primeras 6 horas como primera fase y las restantes 16 como segunda fase.

Considerando que durante la primera fase del secado se elimina fundamentalmente agua superficial y que la velocidad de difusión del agua desde el interior hasta la superficie del grano es la que controla la velocidad de secado, la temperatura del aire secante no excederá de 80°C, con lo cual la temperatura del grano se mantendrá en el límite permisible de 35°C que corresponde a la temperatura de bulbo húmedo de ese aire. De resultar necesario se darán uno o más períodos de reposo (sin aplicación de calor) de aproximadamente 20 minutos a fin de permitir la emigración del agua de los cotiledones a la periferia.

Durante la segunda fase, la temperatura del aire secante se man-

tendrá alrededor de 70°C, pues la masa de cacao, al perder humedad, es más susceptible de calentarse con riesgo de sufrir un pre-ludio de tostación.

En el curso de toda la operación se practicarán las remociones que resulten necesarias (aproximadamente cada 4 ó 6 horas, coincidiendo con los períodos de reposo) a fin de obtener un secado homogéneo.

La ventilación de la sala de secado será de vital importancia para la eliminación de los vapores que emanen del lecho de cacao y la renovación del aire ambiente.

La terminación del secado estará determinada por la humedad del producto, misma que deberá ser de alrededor de 7% en peso. Una indicación práctica de que se ha alcanzado este grado es el crujido característico que se produce al apretar un puñado de granos tomados al azar. Desde luego, la corroboración de esta práctica se dejará al veredicto final de un higrómetro apropiado.

Una vez completado el secado se descargarán las piletas volcando el grano, con auxilio de los rastrillos de madera, al paso del transportador horizontal que habrá de conducirlo hasta la toma del elevador de la limpiadora.

3.7.4 Limpieza

Esta operación tendrá como objetivo eliminar del producto los gra-

nos rotos o aplastados, así como restos de placenta, polvo y material extraño en general, propósito para el cual la separación entre rejillas del equipo correspondiente deberá permanecer graduada entre 4 y 5 mm.

Tanto los granos limpios como los cuerpos extraños grandes y los granos aplastados rotos y polvo serán recolectados en costales de yute a la salida correspondiente del equipo. La atención sobre esta operación será continua mientras ésta dure, pues tanto el pesaje como el costurado serán actividades manuales.

El subproducto de la limpieza (excepto los cuerpos extraños grandes) será también pesado, envasado y almacenado para su posible venta.

3.7.5 Envase y pesaje

Estas dos operaciones, íntimamente relacionadas entre sí, se efectuarán a la salida misma de la limpiadora utilizando para ello la báscula móvil, sobre la cual se colocarán los costales de yute, previamente tarados, que recibirá el cacao limpio proveniente de la limpiadora. Después de llenar alternadamente los costales con un peso neto de 65 kg., estos serán costurados y transportados en carretillas a su lugar correspondiente en el almacén.

3.7.6 Almacenamiento

El cacao debidamente envasado será apilado en estibas de 500 sacos,

(4.5 x 2.7 x 4) m², en el almacén, de tal modo que los lotes queden separados e identificados para facilitar tanto las tareas de control de calidad como las de fumigación y embarque.

El almacén de cacao observará las prácticas generales que propician la buena conservación de los productos de su género, con particular énfasis en lo que se refiere a la humedad del local, la presencia de insectos y roedores, así como la cercanía de fuentes de olores contaminantes.

3.7.7 Personal administrativo y mano de obra directa

3.7.7.1 Personal administrativo

La planta contará con 1 responsable y 2 empleados administrativos que se turnarán las funciones durante los doce meses del año.

3.7.7.2 Mano de obra directa

La mano de obra directa será de dos tipos: fija y eventual, dependiendo esta última de los niveles de operación. La mano de obra fija estará constituida por 6 obreros de planta que se estiman suficientes para la operación en el nivel 1, y que se aplicarán al mantenimiento general de la planta durante el mes de suspensión de operaciones. La mano de obra eventual se contratará conforme se vaya ascendiendo de nivel de operación a razón de 6 obreros por nivel.

Considerando que cada obrero tomará un día de descanso a la semana y la operación de la planta será continua, el No. de obreros efectivos por nivel será de 5, los cuales se distribuirán a lo largo de los tres turnos de la siguiente manera.

TURNO	NO. OBREROS	TAREAS
6:00 - 14:00	3	<ul style="list-style-type: none">. Descarga/carga de secadoras.. Pesaje.. Remoción en fermentación.. Remoción en secado.. Recepción de cacao fresco.. Aseo de la Sala de fermentación.
15:00 - 23:00	1	<ul style="list-style-type: none">. Remoción en secado.. Envase.. Aseo sala de secado.. Estiba.
23:00 - 6:00	1	<ul style="list-style-type: none">. Remoción en secado.. Inspección y vigilancia general.

Para niveles de operación superiores a 1 el número de obreros será el múltiplo correspondiente y las tareas cotidianas serán las mismas.

3.8 RUTA CRITICA

3.8.1 Actividades

Para la realización del proyecto se distinguen como necesarias las actividades principales que se listan en el CUADRO NO. 11.

3.8.2 Secuenciación y tiempos de las actividades

Las actividades involucradas en la concreción del proyecto tendrán duraciones y secuenciación como se señala en el CUADRO NO. 12.

3.8.3 Descripción de las actividades

A - Compra y legalización terreno.

Adquisición del terreno, legalización de los documentos de propiedad, registro para efectos del impuesto predial, deslinde, limpieza y cercado del mismo. La limpieza y el cercado pueden continuar paralelamente a las actividades B y C.

B - Contrato constructores.

Firma del contrato con constructores para la ejecución de la obra civil y el techado.

C - Autorización de planos.

Autorización de los planos de construcción, instalación eléctrica, instalación hidráulica y red de combustible.

D - Construcción de obra civil.

Construcción de la obra civil, incluyendo techado, soporte para tanques y piletas de secado.

E - Compra de equipos.

Contrato para la construcción de las cajas de fermentación y carritos para el transporte del cacao. Compra del equipo eléctrico y de iluminación, así como de equipos en general. Contratación del servicio de combustible a la planta.

F - Ampliación servicio energía eléctrica.

Tramitación de la solicitud y obtención de la extensión del servicio de energía eléctrica hasta el domicilio de la planta.

G - Permisos de secretarías.

Tramitación de la solicitud y obtención de permisos de las Secretarías de Hacienda, Industria y Comercio, Salubridad y Asistencia para la operación de la beneficiadora. Contratación de seguros para la protección de la planta.

H - Contrato de luz.

Contrato con la C.F.E. para el suministro de energía eléctrica a la planta. Declaración de carga de fuerza y alumbrado.

I - Contratación de personal.

Contratación de personal obrero y administrativo: Asignación de puestos. Inscripción del personal en el Seguro Social.

J - Contrato instalación eléctrica.

Contratación del personal necesario para la instalación eléctrica.

K - Convenio proveedores y transportistas.

Firma de convenio con los proveedores de materia prima, indicando los días y el horario de entrega de cacao. Firma de convenio con los transportistas para el producto terminado.

L - Recepción de equipos.

Recepción y almacenamiento de equipos y utensilios. Protección de los mismos.

M - Techado obra civil.

Instalación del techado entero de la planta.

N - Instalación y prueba de equipos.

Instalación y conexión de equipos así como prueba del funcionamiento individual. Detección de fallas y planteamiento de sus posibles soluciones.

O - Instalación sistema eléctrico.

Instalación del sistema eléctrico de fuerza e iluminación y prueba de su funcionamiento.

P - Capacitación personal y pruebas.

Instrucción del personal en las actividades que desempeñarán. Corridas de prueba para comprobar funcionalidad de los diseños y calidad del producto, así como para familiarizar al personal con las operaciones.

Q - Arranque

Iniciación formal de operaciones.

3.8.4 Tiempos de las actividades

Los tiempos próximos y remotos de iniciación y terminación de las actividades, así como las correspondientes holguras se anotan en el CUADRO No. 13, en donde:

CT = actividad, I = inicia, T = termina

TPI = tiempo próximo de iniciación

TPT = tiempo próximo de terminación

TRI = tiempo remoto de iniciación

TRT = tiempo remoto de terminación

HT = holgura total

HL = holgura libre

3.8.5 Gráfica de Gantt

La gráfica de Gantt para la elaboración de la ruta crítica se encuentra en el CUADRO No. 14.

3.8.6 Diagrama de red y ruta crítica

(ESQUEMA No. 6).

CUADRO NO. 11

LISTA DE ACTIVIDADES

CLAVE	ACTIVIDADES
A	Compra y legalización terreno.
B	Contrato constructores.
C	Autorización de planos.
D	Construcción de obra civil.
E	Compra de equipos.
F	Ampliación servicio energía eléctrica.
G	Permisos de Secretarías.
H	Contrato de luz.
I	Contratación de personal.
J	Contrato instalación eléctrica.
K	Convenio proveedores y transportistas.
L	Recepción de equipos.
M	Techado obra civil.
N	Instalación y prueba de equipos.
O	Instalación sistema eléctrico.
P	Capacitación personal y pruebas.
Q	Arranque.

CUADRO No. 12

SECUENCIACION Y TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	ANTECEDENTE	DURACION (días)
A	-	5
B	A	3
C	A	3
D	B,C	80
E	-	15
F	A	30
G	-	60
H	F	5
I	G	15
J	H	5
K	A	10
L	E	30
M	D	24
N	D,I,L	25
O	D,J	30
F	K,N,M,O	10
Q	P	

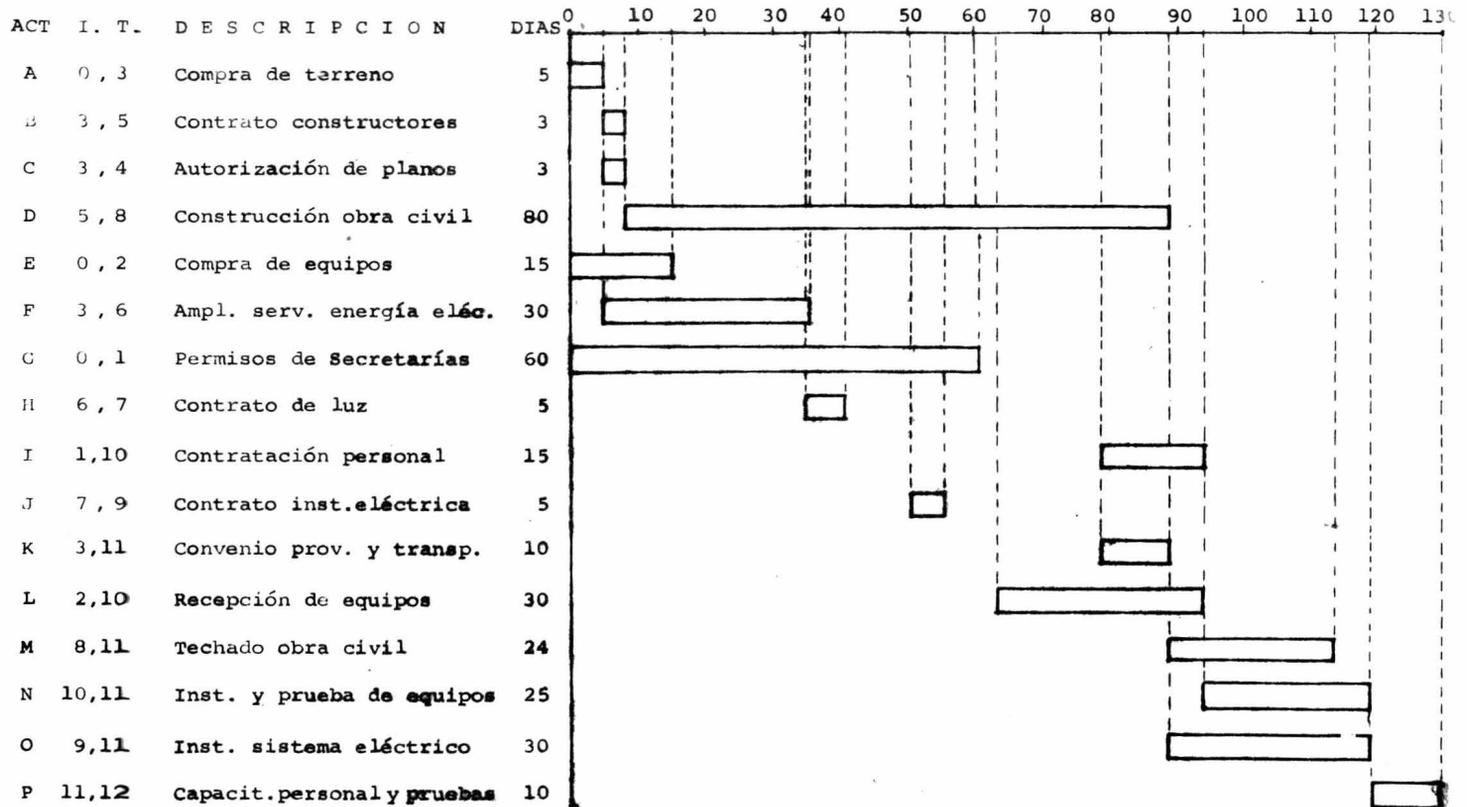
CUADRO No. 13

TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES

ACT	I.	T.	DESCRIPCION	DUR. (días)	TPI	TPT	TRI	TRT	HT	HL
A	0	, 3	Compra de terreno	5	0	5	0	5	0	0
B	3	, 5	Contrato constructores	3	5	8	5	8	0	0
C	3	, 4	Autorización de planos	3	5	8	5	8	0	0
D	5	, 8	Construcción obra civil	80	8	88	8	88	0	0
E	0	, 2	Compra de equipos	15	0	15	48	63	48	0
F	3	, 6	Ampl. serv. energía eléc.	30	5	35	48	78	43	0
G	0	, 1	Permisos de Secretarías	60	0	60	18	78	18	0
H	6	, 7	Contrato de luz	5	35	40	78	83	43	0
I	1	,10	Contratación personal	15	60	75	78	93	18	13
J	7	, 9	Contrato inst. eléctrica	5	40	45	83	88	43	43
K	3	,11	Convenio prov. y transp.	10	5	15	108	118	103	103
L	2	,10	Recepción de equipos	30	15	45	63	93	48	43
M	8	,11	Techado obra civil	24	88	112	94	118	6	6
N	10	,11	Inst. y prueba de equipos	25	88	113	93	118	5	5
O	9	,11	Inst. sistema eléctrico	30	88	118	88	118	0	0
P	11	,12	Capacit. personal y pruebas	10	118	128	118	128	0	0

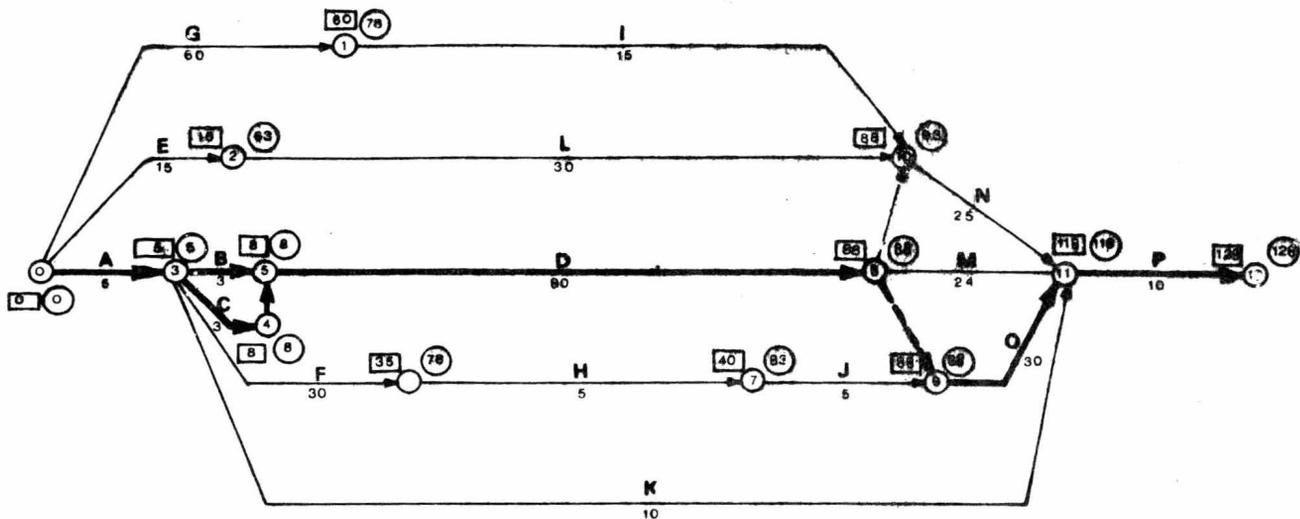
CUADRO NO. 14

GRAFICA DE GANTT



ESQUEMA No. 6

RUTA CRITICA



SIMBOLOGIA

- Tiempo remoto de terminación
- Tiempo próximo de iniciación
- Actividad ○
Duración
- Ruta Crítica

CAPITULO 4 EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA

4.1 CONSIDERACIONES

Para efectos de la evaluación económica y financiera se considerarán:

- Una Asociación Rural de Interés Colectivo como dueña y administradora de la planta.
- Inversión inicial en activo fijo estimada a precios de 1976.
- Arranque de la planta en 1977
- Inversión adicional en activo fijo, capital de trabajo, costos fijos, costos variables y precio de venta calculados al mes de junio de 1976 y estimados para los próximos 10 años de operación de la planta.
- Sólo ventas nacionales, al margen de las posibles exportaciones en condiciones ventajosas.
- Crédito bancario igual al presupuesto de inversión total, con tasa de interés anual $i = 13.5\%$ sobre saldos insolutos.
- Excención de los impuestos sobre la renta e ingresos mercantiles como parte de los incentivos fiscales que se otorgan al sector agropecuario.
- Rotación de inventarios de materia en proceso y de producto terminado de 8 a 30 días, respectivamente.
- Una estimación de los índices generales de precios al consumi-

dor para los años 1976-1986, basada en los índices correspondientes a 1958-1975 publicados por el Banco de México.

f Asistencia técnica de la Comisión Nacional del Cacao durante toda la realización del proyecto y su coordinación con la Asociación Rural de Interés Colectivo para la dirección del mismo.

4.2 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Conforme a la ley general de crédito rural publicada en el diario oficial del 5 de abril de 1976, compete al Banco Nacional de Crédito Rural, S. A., y a los bancos regionales de crédito rural el financiamiento de las actividades complementarias de beneficio y comercialización directamente relacionadas con la producción agropecuaria y que llevan a cabo los productores acreditados.

(Art. 6).

A fin de obtener el financiamiento necesario para realizar la empresa que aquí se propone, los cacaocultores de la zona de Tuxtla Chico, Chiapas, que actualmente entregan en la Asociación Agrícola Local de Productores de Cacao de ese municipio y que suman poco más de 1,000 siendo ejidatarios algunos y pequeños propietarios otros, podrían organizarse en una Asociación Rural de Interés Colectivo, mediante lo cual constituirían un sujeto de Crédito, según se especifica en la misma ley general de crédito rural. (Art. 54). Organizados de este modo se lograría la exce

ción del impuesto sobre la renta, de acuerdo con el artículo 5° de la ley del impuesto sobre la renta, además de la exención del impuesto sobre ingresos mercantiles.

Aunque los créditos refaccionarios del género que se trata se suelen otorgar por 80 - 100% del monto de la inversión en activo fijo, aportando los interesados el porcentaje restante para aplicarse en el capital de trabajo, se considerará aquí el caso extremo de 100%, resultando benéfica cualquier aportación de los socios.

4.3 PRESUPUESTO DE INVERSION

4.3.1 PRESUPUESTO DE INVERSION INICIAL EN ACTIVO FIJO

CONCEPTO	COSTO (\$)
4.3.1.1 Terreno	
Incluyendo limpieza y escrituración	
Area mínima requerida: 2,100 m ² (Plano No. 6)	50,000 (a)
4.3.1.2 Obra Civil	
Incluyendo tanque elevado, cercado, rampas, túneles de secado, equipo sanitario y contratación de servicios de agua, drenaje, energía eléctrica y teléfono.	
Area construída: 1,593 m ² (Plano No. 6)	1,200,000 (cl)
4.3.1.3 Instalación Eléctrica	

Incluyendo fuerza y alumbrado 125,000 (c2)

4.3.1.4 Ampliación de Servicio Eléctrico

Incluyendo transformador, apartarrayos y
cuchillas 35,000 (c3)

4.3.1.5 Equipos

CANT.	EQUIPO	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO (\$)	
-	Area de Recepción			
1	Báscula	5,600	5,600	(c4)
2	Carretilla	700	<u>1,400</u>	(c5)
			7,000	
-	Area de Fermentación			
36	Caja triple	3,500	126,000	(a)
3	Carrito transportador	3,500	10,500	(a)
5	Pala de madera	50	250	(a)
2	Termómetro	600	<u>1,200</u>	(c6)
			137,950	
-	Area de Secado			
3	Quemador	12,000	36,000	(c7)
3	Tubo-hogar y cámaras de retorno	1,500	4,500	(b)
3	Intercambiador de calor	18,000	54,000	(c7)

CANT.	EQUIPO	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO (\$)	
3	Chimenea	800	2,400	(a)
3	Ventilador y motor con transmisión	16,000	48,000	(c8)
3	Emparrillado	9,000	27,000	(b)
3	Termómetro	400	1,200	(c6)
5	Rastrillo	50	250	(a)
1	Depósito de combustible con red de distribución	13,000	13,000	(c9)
1	Transportador helicoidal con motor y transmisión	27,500	27,500	(c10)
2	Extintidor de fuego	1,000	<u>2,000</u>	(c11)
			215,850	
- Area de Limpieza				
1	Elevador de cangilones con motorreductor y transmisión	19,000	19,000	(c10)
1	Limpiadora con motorreduc- tor y transmisión	100,000	100,000	(b)
1	Báscula	5,600	<u>5,600</u>	(c4)
			124,600	
- Area de Almacén				
25	Tarima	400	10,000	(b)
3	Carretilla	700	2,100	(c5)

CANT.	EQUIPO	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO (\$)	
5	Extintor de fuego	1,000	<u>5,000</u>	(c11)
			17,100	
- Laboratorio				
1	Escritorio	2,000	2,000	(b)
1	Silla	500	500	(b)
1	Gabinete	3,000	3,000	(b)
1	Higrómetro de laboratorio	10,500	10,500	(c12)
1	Higrómetro portátil	2,500	2,500	(c12)
1	Extintor de fuego	2,500	2,500	(c11)
	Otros		<u>1,000</u>	
			19,500	
- Oficina				
2	Escritorio	2,000	4,000	(b)
2	Silla	500	1,000	(b)
1	Sofá	3,000	3,000	(b)
1	Archivero	2,000	2,000	(b)
1	Ventilador	5,000	5,000	(b)
1	Teléfono	3,500	3,500	(b)
	Otros		<u>2,500</u>	(b)
			21,000	
- Flete e instalación de equipos (10%)			54,300	

Costo total de equipos incluyendo flete e instalación	597,300
4.3.1.6 Imprevistos (10%)	200,730
4.3.1.7 Gastos de Preoperación y Arranque	

CONCEPTO COSTO (\$)

- Sueldos	
. 35 días de responsable (\$125/día) y dos em- pleados administrativos (\$80/día) más 30% de prestaciones	12,968
. 35 días de 6 obreros (\$44.10/día, mínimo local) más 30% de prestaciones	<u>12,039</u>
	25,007
- Energía Eléctrica (equivalente a 2 meses de operación de 1 secadora)	5,200
- Combustible (equivalente a 15 días de opera- ción de 1 secadora)	2,278
- Comunicaciones	5,000 (b)
- Impuesto Predial	4,688 (b)
- Seguro	5,313 (b)
- Varios	5,000
- Intereses de Preoperación	

Calculados de acuerdo con la gráfica de Gantt mediante

la fórmula general:

Interés de preoperación = erogación x tiempo hasta x i'
el arranque

$$\text{Donde: } i' = \frac{0.135}{365 \text{ días}} \times \frac{7 \text{ días}}{6 \text{ días cronograma}} = \frac{0.0004314}{\text{día cronograma}}$$

CONCEPTO	EROGACION (\$)	TIEMPO	INTERES (\$)
. Terreno	50,000	128	2,761
. Obra Civil	600,000	123	31,837
	300,000	80	10,354
	300,000	40	5,177
. Equipos	298,650	113	14,559
	298,650	65	8,376
. Ampliación			
Servicio Eléctrico	35,000	123	1,857
. Seguro	5,313	98	225
. Sueldos	25,007	18	194
. Instalación Eléctrica	125,000	78	4,206
. Energía Eléctrica	5,200	64	144
. Combustible	2,278	64	63
. Comunicaciones	5,000	64	138
. Impuesto Predial	4,688	64	129
. Varios	5,000	64	138
. Imprevistos	195,384	64	<u>5,394</u>
			85,550

Total de gastos de preoperación y arranque: 138,036

Presupuesto de inversión inicial, en activo fijo: \$2,346,066

Cerrado \$2,346,000

4.3.2 Estimación de los índices generales de precios al consumidor para los próximos 10 años

A fin de poder estimar costos y precios para los próximos 10 años de operación de la planta, se hizo una estimación de los índices generales de precios al consumidor, basada en los índices correspondientes a los años 1968-1975 que publica el Banco de México, (CUADROS No. 15 y 16).

4.3.3 Presupuesto de Inversión Adicional en Activo Fijo

CONCEPTO	COSTO (\$)
- Ampliación de instalación eléctrica incluyendo fuerza y alumbrado	25,000 (b)
. Construcción pileta de secado	6,000 (b)
. Equipos	
CANT. EQUIPOS	
2 Carretilla	1,400 (c5)
12 Caja triple	42,000 (a)
1 Carrito transportador	3,500 (a)
2 Pala de madera	100 (a)

CANT.	EQUIPOS	COSTO (\$)	
1	Quemador	12,000	(c7)
1	Tabo-hogar y cámaras de retorno	1,500	(b)
1	Intercambiador de calor	18,000	(c7)
1	Chimenea	800	(a)
1	Ventilador y motor con transmisión	16,000	(c8)
1	Emparrillado	9,000	(b)
1	Termómetro	400	(c6)
2	Rastrillo	100	(a)
-	Ampliación red de distribución de combustible	500	(b)
-	Ampliación de transportador helicoidal horizontal	6,500	(c10)
2	Extintidor de fuego	2,000	(c11)
9	Tarimas	3,600	(b)
	Flete e instalación de equipo	11,740	
	Costo total de equipos incluyendo flete e instalación:	129,140	
-	Imprevistos (10%)	16,014	
	Presupuesto de inversión adicional en activo fijo a precios de 1976:	176,154	
	Estimado para 1982:	335,150	

Cerrado: \$ 335,000

Nota:

Los precios y costos que figuran en el presupuesto de inversión corresponden a:

- a) Información directa de proveedores locales
- b) Estimación con datos indirectos
- c) Estimación sobre cotización de:
 - 1. Arquitectos Asociados, S. A.,
 - 2. Constructora Raudales, S. A.,
 - 3. Comisión Federal de Electricidad
 - 4. Manufacturera Fairbanks Morse, S. A.,
 - 5. Transportación Industrial, S. A.,
 - 6. Schultz y Cia., S. A.,
 - 7. Aries Controles y Servicios, S. A., de C. V.,
 - 8. Fläkt SF de México, S. A.,
 - 9. Construcciones Industriales Mecánicas, S. A.,
 - 10. Industrias Kuick, S. A.,
 - 11. Galimex Industrial, S. A.,
 - 12. Proveedor Científico, S. A.,

4.3.4 Presupuesto del Capital de Trabajo Inicial

Calculado para arrancar en el tercer nivel

CONCEPTO	COSTO (\$)
. Inventario de materia en proceso (8 días)	
14.25 $\frac{\$}{\text{kg}}$ x 4,333 $\frac{\text{kg}}{\text{día}}$ x 8 días	494,000
. Inventario de producto terminado (30 días, a costo en planta)	
14.92734 $\frac{\$}{\text{kg}}$ x 130,000 kg.	1,940,554
. Inventario de costalería, hilo e insecticidas	
130,000 kg. x 0.235 $\frac{\$}{\text{kg}}$	30,550
. Inventario de refacciones y lubricantes	2,000
. Gastos de comercialización y contribuciones	
1.616 $\frac{\$}{\text{kg}}$ x 130,000 kg.	<u>210,080</u>
	2,677,184

Presupuesto de capital de trabajo inicial a

precios de 1976: 2,677,184

4.3.4.1 Estimación del presupuesto del capital de Trabajo

AÑO	CAPITAL DE TRABAJO (\$)
1977	3,078,762

CUADRO No. 15

INDICES GENERALES DE PRECIOS AL CONSUMIDOR PARA LOS AÑOS 1968-1986

BASE: 1968 = 100

1968	100.0	*	1978 - 294.1
1969	103.5	*	1979 - 323.5
1970	108.7	*	1980 - 355.9
1971	114.6	*	1981 - 391.5
1972	120.3	*	1982 - 430.6
1973	134.8	*	1983 - 473.7
1974	166.8	*	1984 - 521.0
1975	191.8	*	1985 - 573.1
* 1976	226.3	*	1986 - 630.4
* 1977	260.3		

* Estimado

CUADRO No. 16

**** ESTIMACION DEL AUMENTO ANUAL DEL INDICE GENERAL DE
PRECIOS AL CONSUMIDOR**

1977	/	1976	-	15%
1978	/	1977	-	13%
1979	/	1978	-	10%
1980	/	1979	-	10%
1981	/	1980	-	10%
1982	/	1981	-	10%
1983	/	1982	-	10%
1984	/	1983	-	10%
1985	/	1984	-	10%
1986	/	1985	-	10%

**** Aproximada para efectos de la evaluación económica
y financiera.**

AÑO		CAPITAL DE TRABAJO (\\$)
1978	-	3,479,001
1979	-	3,826,901
1980	-	4,209,591
1981	-	4,630,550
* 1982	-	6,621,687
1983	-	7,283,855
1984	-	8,012,239
1985	-	8,813,463
1986	-	9,694,810

* Considerando adicional de 33% por ampliación

4.3.5 Presupuesto Estimado de Inversión Total

AÑO	ACTIVO FIJO (\\$)	CAPITAL DE TRABAJO (\$)	INVERSION TOTAL (\\$)
1976	2,346,000		
1977	2,346,000	3,078,762	5,424,762
1978	2,346,000	3,479,001	5,825,001
1979	2,346,000	3,826,901	6,172,901
1980	2,346,000	4,209,591	6,555,591
1981	2,346,000	4,630,550	6,976,550
1982	2,681,000	6,621,687	9,302,687
1983	2,681,000	7,283,855	9,964,855
1984	2,681,000	8,012,239	10,693,239

AÑO	ACTIVO FIJO (\$)	CAPITAL DE TRABAJO (\$)	INVERSION TOTAL (\$)
1985	2,681,000	8,813,463	11,494,463
1986	2,681,000	9,694,810	12,375,810

4.4 PRESUPUESTO DE COSTOS ANUALES

4.4.1 Presupuesto de Costos Fijos Iniciales

CONCEPTO	COSTO (\$)
- Depreciación	
. Obra Civil al 3%	36,000
. Instalación eléctrica y equipos al 10%	72,230
. Imprevistos al 5%	<u>10,037</u>
	118,267
- Seguro sobre obra civil, instalación eléctrica y equipo (1%)	19,223
- Impuesto predial	18,750
- Comunicaciones y papelería	18,000
- Sueldos	
. Responsable (\$125/día) más 30% de prestaciones	<u>74,880</u>
	133,380
- Mantenimiento	
. 30 días de salario de 6 obreros (\$44.10/día) más 30% de prestaciones	10,319
. 2.5% sobre el valor de obra civil, insta-	

CONCEPTO	COSTO (\$)
lación eléctrica y equipos de recepción, fermentación, limpieza, almacén, laboratorio y oficina	41,304
. 10% sobre el valor del equipo de secado	<u>21,585</u>
	73,208
- Contingencias (5%, excepto sobre depreciación)	13,128
Presupuesto de costos fijos iniciales a precios de 1976:	\$393,956

4.4.2 Presupuesto de Costos Fijos Adicionales

CONCEPTO	COSTO(\$)
- Depreciación	
. Ampliaciones y equipo adicional al 10%	16,014
. Imprevistos al 5%	<u>801</u>
	16,815
- Seguro sobre ampliaciones y equipo adicional (1%)	1,601
- Mantenimiento	
. 2.5% sobre el valor de ampliaciones y equipo adicional, excepto el de secado	2,065
. 10% sobre el valor del equipo de secado	<u>6,580</u>
	8,645

CONCEPTO COSTO (\$)

- Contingencias (5%, excepto sobre depreciación) 512

Presupuestos de costos fijos adicionales a

precios de 1976: 27,573

4.4.3 Estimación del Presupuesto de Costos Fijos

AÑO		COSTOS FIJOS (\$)
1977	-	453,049
1978	-	494,265
1979	-	530,091
1980	-	569,499
1981	-	612,848
1982	-	712,992
1983	-	767,492
1984	-	827,441
1985	-	893,385
1986	-	965,923

4.4.4 Presupuesto de Costos Variables

Calculado por kilogramo de producto (Fuente: CONADECA)

CONCEPTO COSTO (\$/Kg)

- Materia prima (anticipo al productor) 14.25000

- Insumos y servicios auxiliares

CONCEPTO	COSTO (\$/Kg)
. Mano de obra directa (salario mínimo local de \$44.10/día más 30% de prestaciones)	0.23814
. Costaloría e hilo	0.23000
. Combustible diesel (\$0.50/l)	0.10520
. Energía eléctrica (tarifa No. 2)	0.09500
. Insecticidas	0.00500
. Agua	<u>0.00400</u>
	0.67734
- Contribuciones	
. Impuesto al Estado	0.70000
. Impuesto al Municipio	0.12000
. Obras públicas al Estado	0.05000
. Obras públicas al Municipio	<u>0.05000</u>
	0.92000
- Cuotas	
. Sostenimiento Unión Estatal	0.11000
. Sostenimiento Unión Regional	0.05000
. Sostenimiento Asociación Local	0.15000
. Pro-mejoramiento del cultivo	<u>0.25000</u>
	0.56000
- Gastos de Comercialización	
. Seguro contra incendio	0.02500
. Merma en almacén, arpilla, estiba y embarque	0.04000

CONCEPTO	COSTO (\$/Kg)
. Flete Tuxtla Chico-Cd. de México	0.32000
. Seguro de transporte y merma en tránsito	0.04600
. Almacenaje en la ciudad de México	0.05000
. Maniobras y merma en almacén de la ciudad de México	0.04500
. Flete de entrega a domicilio a industriales	0.07000
. Gastos de administración CONADECA	<u>0.10000</u>
	0.69600
- Contingencias (5%, excepto sobre materia prima y cuotas)	0.11467
Presupuesto de costos variables por kilogramo de producto a precios de 1976:	17.21801

4.4.5 Estimación del Presupuesto de Costos Variables

AÑO	RECOLECCION PROCESABLE (ton)	COSTOS VARIABLES (\$/Kg)	COSTOS VARIABLES (\$)
1977	846	19.80071	16,751,401
1978	861	22.374803	19,264,705
1979	898	24.612283	22,101,830
1980	923	27.073511	24,988,850
1981	935	29.780862	27,845,105
1982	1,059	32.758948	34,691,725
1983	1,076	36.034842	38,773,489

AÑO	RECOLECCION PROCESABLE (ton)	COSTOS VARIABLES (\$/Kg)	COSTOS VARIABLES (\$)
1984	1,091	39.638326	43,245,413
1985	1,125	43.602158	49,052,427
1986	1,158	47.962373	55,540,427

4.4.6 Amortización del Crédito Refaccionario

4.4.6.1 Amortización del Crédito Refaccionario Inicial a 10 Años (pago de principal e intereses)

$$\text{Pago uniforme anual inicial} = \text{Inversión inicial en activo fijo} \times \frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Donde: n = plazo de pago

$$= \$2,346,000 \times \frac{0.135 (1+0.135)^{10}}{(1+0.135)^{10} - 1} = \$441.017$$

4.4.6.2 Amortización del Crédito Refaccionario Adicional a 5 años (pago de principal e intereses)

$$\text{Pago uniforme anual adicional} = \text{Inversión adicional en activo fijo} \times \frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$= \$335,000 \times \frac{0.135 (1+0.135)^5}{(1+0.135)^5 - 1}$$

$$= \$96,410$$

4.4.7 Amortización de los Créditos Refaccionarios

AÑO	PAGO ANUAL (\$)	INTERESES REF. (\$)	PRINCIPAL (\$)	SALDO (\$)
1976				2,346,000

AÑO	PAGO ANUAL (\$)	INTERESES REF. (\$)	PRINCIPAL (\$)	SALDO (\$)
1977	441,017	316,710	124,307	2,221,693
1978	441,017	299,928	141,089	2,080,604
1979	441,017	280,881	160,136	1,920,468
1980	441,017	259,263	181,754	1,738,713
1981	441,017	234,726	206,291	1,867,422
1982	537,427	252,102	285,325	1,582,097
1983	537,427	213,583	323,844	1,258,252
1984	537,427	169,864	367,564	890,689
1985	537,427	120,243	417,184	473,505
1986	537,427	63,923	<u>473,505</u>	0
			2,680,999	

4.4.8 Intereses sobre el crédito de avío

Intereses avío = Capital de trabajo x i

AÑO	INTERES AVIO (\$)
1977	- 415,633
1978	- 469,665
1979	- 516,632
1980	- 568,295
1981	- 625,124
1982	- 893,928

AÑO		INTERES AVIO (\$)
1983	-	983,320
1984	-	1,081,652
1985	-	1,189,818
1986	-	1,308,799

4.5 Costo Total

El resumen de los presupuestos de costos y costo total se presenta en el CUADRO No. 17.

4.6 Ventas

Las ventas dependerán del volumen procesado y el precio de venta estimado.

4.6.1 Estimación del precio de venta y de las ventas anuales.

Tomando como base el precio oficial de \$19.50/kg. en el mercado nacional en 1976, se estiman las siguientes ventas anuales para los próximos 10 años de operación.

AÑO	RECOLECCION PROCESABLE (ton)	PRECIO DE VENTA (\$/Kg)	VENTAS (\$)
1977	846	22.425000	18,971,550
1978	861	25.340250	21,817,955
1979	898	27.874275	25,031,098
1980	923	30.661702	28,300,750

AÑO	RECOLECCION PROCESABLE (ton)	PRECIO DE VENTA (\$/Kg)	VENTAS (\$)
1981	935	33.727872	31,535,560
1982	1,059	37,100659	39,289,597
1983	1,076	40.810724	43,912,339
1984	1,091	44.891796	48,976,949
1985	1,125	49.380975	55,553,596
1986	1,158	54,319072	62,901,485

4.7 Utilidades

Las utilidades anuales esperadas, así como la utilidad esperada por kilogramo de producto se presentan en el CUADRO No. 18.

4.8 Punto de Equilibrio

$$P.E. = \frac{\text{Producción procesable) (costos fijos + amortización ref.)}{\text{Ventas - Costos Variables - Intereses Avío}}$$

$$P.E. \% = \frac{P.E. \times 100}{\text{Capacidad instalada}}$$

Los resultados para cada año se anotan en el CUADRO No. 19

4.9 Otros Indicadores

$$4.9.1 \quad \text{Rentabilidad de la inversión en activo fijo} = \frac{\text{utilidades} \times 100}{\text{Inversión en activo fijo}}$$

(CUADRO No. 20)

$$4.9.2 \quad \text{Rentabilidad de la inversión total} = \frac{\text{utilidades} \times 100}{\text{Inversión total}}$$

(CUADRO No. 20)

4.9.3 Rotación de la inversión total = $\frac{\text{Ventas}}{\text{Inversión total}}$

(CUADRO No. 20)

4.9.4 Margen de Utilidad = $\frac{\text{Utilidades} \times 100}{\text{Ventas}}$

(CUADRO No. 20)

4.9.5 Flujo de Efectivo = Utilidades + Depreciación -
Aumento de inversión total

(CUADRO No. 21)

4.9.6 Tasa Interna de Retorno = $i'' \left| \sum_{m=0}^{m=10} \frac{FE_m}{(1 + i'')^m} = 0 \right.$

(CUADRO No. 22)

Donde FE_m = Flujo de efectivo correspondiente al enésimo año.

CUADRO No. 17

COSTO TOTAL

AÑO	RECOLECCION PRECESABLE (ton)	COSTOS FIJOS (\$)	COSTOS VARIABLES (\$)	AMORTIZACION REFACCIONARIOS (\$)	INTERESES AVIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
1977	846	453,049	16,751,401	441,017	415,633	18,061,100
1978	861	494,265	19,264,705	441,017	469,665	20,669,652
1979	898	530,091	22,101,830	441,017	516,632	23,589,570
1980	923	569,499	24,988,850	441,017	568,295	26,567,661
1981	935	612,848	27,845,105	441,017	625,124	29,524,094
1982	1,059	712,992	34,691,725	537,427	893,928	35,836,072
1983	1,076	767,492	38,773,489	537,427	983,320	41,061,728
1984	1,091	827,441	43,245,413	537,427	1,081,652	45,691,933
1985	1,125	893,385	49,052,427	537,427	1,189,818	51,673,057
1986	1,158	965,923	55,540,427	537,427	1,308,799	58,352,576

CUADRO No. 18

UTILIDADES

AÑO	RECOLECCION PROCESABLE (ton)	COSTO TOTAL (\$)	VENTAS (\$)	UTILIDADES (\$)	UTILIDAD POR KILOGRAMO (\$/Kg.)
1977	846	18,061,100	18,971,550	910,450	1.0761820
1978	861	20,669,652	21,817,955	1,148,303	1.3335852
1979	898	23,589,570	25,031,098	1,441,528	1.6052650
1980	923	26,567,661	28,300,750	1,733,089	1.8776695
1981	935	29,524,094	31,535,560	2,011,466	2.1513005
1982	1,059	36,836,072	39,289,597	2,453,525	2.3168319
1983	1,076	41,061,728	43,912,339	2,850,611	2.6492667
1984	1,091	45,691,933	48,976,949	3,285,016	3.0110137
1985	1,125	51,673,057	55,553,596	3,880,539	3.4493680
1986	1,158	58,352,576	62,901,485	4,548,909	3.9282461

CUADRO No. 19

PUNTO DE EQUILIBRIO

$$P.E. = \frac{(\text{Producción procesable}) (\text{costos fijos} + \text{amortización ref})}{(\text{Ventas} - \text{Costos variables} - \text{Intereses avío})}$$

$$P.E. \% = \frac{P.E. \times 100}{\text{Capacidad instalada}}$$

AÑO	P.E. (ton)	P.E. % %
1977	419	26.87
1978	386	24.77
1979	361	23.17
1980	340	21.79
1981	321	20.61
1982	358	17.19
1983	338	16.24
1984	320	15.40
1985	303	14.57
1986	288	13.83

NOTA: Conviene aclarar que el porcentaje de aprovechamiento de la capacidad instalada se estima por debajo del 60% para los primeros 10 años de operación.

CUADRO No. 20

OTROS INDICADORES

Rentabilidad de la inversión en activo fijo = $\frac{\text{Utilidades} \times 100}{\text{Inversión en activo fijo}}$

- Rentabilidad de la inversión total = $\frac{\text{Ventas}}{\text{Inversión total}}$

- Rotación de la inversión total = $\frac{\text{Ventas}}{\text{Inversión total}}$

- Margen de utilidad = $\frac{\text{Utilidades} \times 100}{\text{Ventas}}$

AÑO	RENTABILIDAD DE LA INVERSION EN ACTIVO FIJO (%)	RENTABILIDAD DE LA INVERSION TOTAL (%)	ROTACION DE LA INVERSION TOTAL	MARGEN DE UTILIDAD (%)
1977	38.81	16.78	3.50	4.80
1978	48.95	19.71	3.75	5.26
1979	61.45	23.35	4.05	5.76
1980	73.87	26.44	4.32	6.12
1981	85.74	28.83	4.52	6.38
1982	91.52	26.37	4.22	6.24
1983	106.33	28.61	4.41	6.49
1984	122.53	30.72	4.58	6.71
1985	144.74	33.76	4.83	6.99
1986	169.67	36.76	5.08	7.23

CUADRO No. 21

FLUJO DE EFECTIVO

Flujo de efectivo = utilidades + Depreciación - Aumento de
inversión total

AÑO	UTILIDAD + DEPRECIACION (\$)	AUMENTO DE INVERSION TOTAL (\$)	FLUJO DE EFECTIVO (\$)	FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO (\$)
1976	0	2,346,000	-2,346,000	-2,346,000
1977	1,028,717	3,078,762	-2,050,045	-4,396,045
1978	1,266,570	400,239	866,331	-3,529,714
1979	1,559,795	347,900	1,211,895	-2,317,819
1980	1,851,356	382,690	1,468,666	- 849,153
1981	2,129,733	420,959	1,708,774	859,621
1982	2,603,784	2,326,137	277,647	1,137,268
1983	3,000,870	662,168	2,338,702	3,475,970
1984	3,435,275	728,384	2,706,891	6,182,861
1985	4,030,798	801,224	3,229,574	9,412,435
1986	4,699,168	881,347	3,817,821	13,230,256

CUADRO No. 22

TASA INTERNA DE RETORNO

$$\text{Tasa interna de retorno} = i'' \left| \sum_{m=1}^m \frac{FE_m}{(1+i'')^2} \right. = 0$$

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO (\$)	VALOR PRESENTE TIR = 27%	VALOR PRESENTE TIR = 26%
1976	-2,346,000	- 2,346,000	- 2,346,000
1977	-2,050,045	- 1,614,205	- 1,627,018
1978	866,331	537,126	525,685
1979	1,211,895	591,634	605,834
1980	1,468,666	564,557	582,693
1981	1,708,774	517,208	538,060
1982	277,647	66,171	69,386
1983	2,338,702	438,881	463,854
1984	2,706,891	399,981	426,094
1985	3,229,574	375,761	403,467
1986 *	4,707,821	<u>431,302</u>	<u>466,780</u>
		- 37,584	+ 128,835

Tasa interna de retorno = 26.77%

* Incluye un valor de rescate de \$890,000 por concepto de obra civil y terreno

CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 IMPOPTANCIA DEL CACAO

El cacao es un árbol de origen americano y su cultivo es tradicional en México. Las semillas de cacao son la base de la elaboración de todos los chocolates y de allí su importancia en la industria alimentaria mundial.

A la fecha, el cultivo del cacao constituye el sostén de numerosas familias en los Estados de Tabasco y Chiapas principalmente, y el excedente exportable de la producción nacional en este ramo representa una entrada de divisas al país.

5.2 TIPOS DE BENEFICIO

Buscando elevar la calidad del cacao y conferirle la estabilidad necesaria para su almacenamiento y comercialización, se ha sometido a éste a diversas modalidades de beneficio que se pueden agrupar en dos tipos principales; uno, que consiste fundamentalmente en lavar y secar el cacao y que da origen al llamado cacao lavado; y otro, que consiste básicamente en fermentar y secar el cacao para obtener el llamado cacao fermentado.

El beneficio del cacao, en sus múltiples versiones presenta sis-

temas sumamente rústicos (lavado en río y secado al sol) y otros altamente mecanizados (fermentación y secado artificial).

5.3 SITUACION DEL CACAO MEXICANO

La producción nacional en 1975 fué del orden de las 32,800 ton., de las cuales el excedente exportable representó alrededor del 45%, mientras que el porcentaje fermentado del total producido fué aproximadamente 20%.

Por otra parte, en el mercado mundial la demanda se inclina por el cacao fermentado, y el cacao lavado ni siquiera se cotiza en las bolsas de Londres y Nueva York.

De lo anterior, y considerando que nuestra producción es creciente y que la venta de cacao fermentado rinde mayores beneficios que la de cacao lavado, la conveniencia de fermentar surge con claridad.

En el ámbito nacional existe un anticipo al productor de \$14.25/kg. y precios oficiales de venta de \$17.75/kg. para el cacao lavado, y \$19.50 para el fermentado, que permiten al productor recibir ciertas diferencias adicionales al anticipo.

Analizando las varias alternativas que se presentan al productor individual la entrega de su producto en una central de beneficio representa para él la mayor percepción y el menor esfuerzo.

5.4 PROPOSICION DE UN SISTEMA DE BENEFICIO

La región de Tuxtla Chico, en el sur de Chiapas ha quedado marginada en la distribución de la capacidad nacional de beneficio y cuenta con una producción anual superior a las 850 ton., susceptibles de fermentarse.

Estudiando las condiciones de abastecimiento de materia prima, de infraestructura local y de distribución de producto terminado se ha encontrado adecuada la localización en esa entidad de una central de beneficio, para la cual se considera conveniente un sistema que consta de las siguientes operaciones principales: fermentación en cajas, secado artificial, limpieza, envase y almacenamiento.

Para la fermentación se ha diseñado un sistema de cajas en batería que facilita las remociones; para el secado se ha diseñado un sistema indirecto-directo en el que la masa de cacao se seca con aire limpio y caliente sin posibilidad de contaminación con gases de combustión. Resulta oportuno señalar que el sistema de intercambio de calor desarrollado es susceptible de adaptarse a secadoras existentes que operan con aplicación directa de mezcla aire-gases de combustión sobre la masa de cacao, con el consecuente detrimento del olor y sabor característicos.

Para la realización de esta planta beneficiadora se determinó la ruta crítica correspondiente, la cual consta de los siguientes

pasos que totalizan 128 días hábiles:

- Compra de terreno
- Contrato con constructores y autorización de planos
- Construcción de la obra civil.
- Instalación del sistema eléctrico.
- Capacitación de personal y pruebas.

5.5 EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA

Considerando posible la organización de los cacaocultores de la región para la solicitud del crédito correspondiente, se practicó la evaluación económica y financiera del proyecto con los siguientes resultados principales:

Capacidad inicial:	1,560 ton./año
Producción del primer año de operación:	846 ton
Inversión inicial en activo fijo:	\$2,346,000
Presupuesto de capital de trabajo para el primer año de operación:	\$3,078,762
Utilidades netas para el primer año de operación:	\$ 910,450
Punto de equilibrio para el primer año de operación	26.87%

Rentabilidad de la inversión total para el primer año de operación	16.78%
Tasa interna de retorno	26.77%

Como puede apreciarse en los resultados preliminares para el primer año de operación, el nivel de los indicadores manifiesta que se trata de una empresa sana.

5.6 RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos en los capítulos 3 y 4 se considera que el sistema propuesto es técnica y económicamente viable; que la realización del proyecto de inversión es recomendable; y que su realización coadyuvaría a elevar el nivel de vida de los cacaocultores de esa región.

Paralelamente, la instalación de esta planta beneficiadora contribuiría a elevar la calidad de nuestro cacao y a aumentar el valor agregado de nuestras exportaciones.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - BABCOCK Y WILCOX. Steam, its generation and use. Trigésima octava edición. Babcock and Wilcox Company. New York, 1972.
- 2 - BRAUDEAU, JEAN. El Cacao. Colección Agricultura Tropical. Primera Edición. Editorial Blume. Barcelona, 1971.
- 3 - COOK, L. RUSSELL. Chocolate Production and Use. Publicada por Books for Industry Inc., Subsidiaria de Magazines for Industry Inc. New York, 1972.
- 4 - CHATT, E.M. Cocoa Cultivation Processing Analysis. Interscience Publishers Inc. New York, 1953.
- 5 - FAN ENGINEERING. Publicado por Buffalo Forge Company. Séptima Edición. Editado por Robert Jorgensen. Buffalo, New York, 1970.
- 6 - FLAKT. S F de México, S.A. Catálogo general.
- 7 - HARDY, F. Cacao Manual. Inter-american Institute of Agricultural Sciences. Turrialba, Costa Rica, 1960.
- 8 - HOUGEN, O.A., K.M. WATSON y R.A. RAGATZ. Principios de los Procesos Químicos. Parte uno: Balances de materia y energía. Editorial Reverté, S.A. 1964.

- 9 - INDICADORES ECONOMICOS. Vol. IV, NO. 5. Banco de México, S.A. Subdirección de Investigación Económica y Bancaria. Abril de 1976.
- 10 - INDUSTRIAL VENTILATION. Committee on Industrial Ventilation. Decimo tercera edición. Litografiado por Edwards Brothers Inc. U.S.A., 1974.
- 11 - KERN, DONALD Q. Process Heat Transfer. McGraw-Hill Book Company. New York, 1950.
- 12 - LEY DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA. 1976.
- 13 - LEY GENERAL DE CREDITO RURAL. Diario Oficial de la Federación. Abril 5, 1976.
- 14 - LUDWIG, E.E. Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants. Volumen 3. Gulf Publishing Company. Houston, Texas.
- 15 - McCABE W.L. y J.C. SMITH. Unit Operations of Chemical Engineering. Segunda edición. McGraw-Hill Book Company. Tokyo. 1967.
- 16 - METODO DEL CAMINO CRITICO. Preparado por Catalytic Construction Company. Quinta impresión de la Primera edición. Editorial Diana. México, 1974.

- 17- PERRY, J.H. Chemical Engineers' Handbook. Cuarta edición. McGraw-Hill Book Company. New York, 1963.
- 18- PETERS, M.S. y K.D. TIMMERHAUS. Plant Design and Economics for Chemical Engineers. Segunda edición. McGraw-Hill Book Company. Tokyo, 1968.
- 19- POCKET ENGINEERING GUIDE. Eclipse fuel Engineering Company. Illinois, 1971.
- 20- ROHAN, T.H. El beneficio del Cacao bruto destinado al mercado. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, F.A.O. Roma, 1964.
- 21- SANTOME, CESAR, ET AL. Manual de Economía Industrial. Centro de Investigaciones Económicas. E.S.E., I.P.N. México, 1971.
- 22- SCHWEYER, H.E. Process Engineering Economics. McGraw-Hill Book Company. New York, 1965.
- 23- STEAM TABLES. Properties of Saturated an Superheated Steams. Tercera impresión. Combustion Engineering, Inc. New York, 1967.
- 24- TAYLOR, G.A. Ingeniería Económica. Primera Edición. Editorial Limusa Wiley, S.A., México, 1970.
- 25- TREYBAL, R.E. Mass Transfer Operations. Segunda Edición. McGraw-Hill Book Company. Tokyo.