

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

**Estudio de pre-factibilidad de una planta
para la producción de
oleorresina de pimienta negra**

Trabajo de graduación presentado por

Juan Rodolfo Sierra López

para optar al grado académico de

Licenciado en Ingeniería Química

Guatemala

1994

**Estudio de pre-factibilidad de una planta
para la producción de
oleorresina de pimienta negra**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

**Estudio de pre-factibilidad de una planta
para la producción de
oleorresina de pimienta negra**

Trabajo de graduación presentado por

Juan Rodolfo Sierra López

para optar al grado académico de

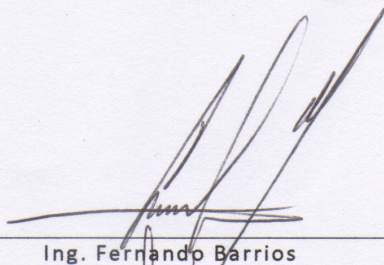
Licenciado en Ingeniería Química

Guatemala

1994

Vo. Bo.:

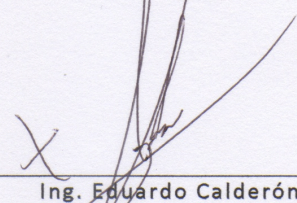
(f)



Ing. Fernando Barrios

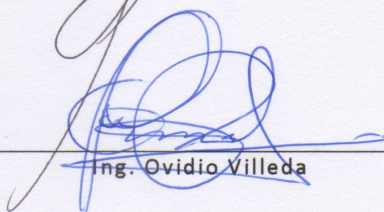
Tribunal Examinador:

(f)



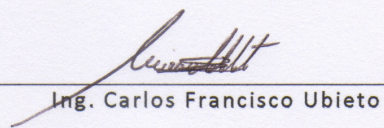
Ing. Eduardo Calderón

(f)



Ing. Ovidio Villeda

(f)



Ing. Carlos Francisco Ubieto

Fecha de aprobación: Guatemala, 26 de octubre de 1994.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE GRÁFICAS	viii
LISTA DE TABLAS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
A. Agroindustria	2
B. Producto	2
III. OBJETIVOS	4
IV. METODOLOGIA	5
V. RESULTADOS	7
A. Análisis de mercado	7
1. Panorama general	7
2. Demanda	8
3. Oferta	8
4. Mercado para el proyecto	9
5. Costos y transporte	10
B. Materia prima	10
1. Características generales	10
2. Localización de áreas de obtención	10
3. Producción y costos	12
4. Materia prima disponible	13
C. Tamaño y localización de la planta	14
1. Localización	14
2. Capacidad de la planta	16
D. Proceso de producción	16

1.	Producción de esencias naturales	16
2.	Proceso de producción de oleorresinas	17
3.	Esquema del proceso	18
	a. Limpieza de materia prima	18
	b. Carga al extractor	18
	c. Extracción	18
	d. Evaporación	19
4.	Programa de producción y años del proyecto	19
5.	Equipo requerido	22
	a. Equipo principal	22
	b. Equipo auxiliar	23
6.	Materiales requeridos	24
	a. Pimienta negra	24
	b. Solvente	24
	c. Material de empaque	24
7.	Requerimiento de insumos primarios	25
	a. Vapor	25
	b. Agua	25
	c. Combustible	25
8.	Construcciones y edificaciones	25
	a. Área de bodega.	25
	b. Área de procesos	25
	c. Área de oficinas	25
9.	Personal	26
E.	Aspectos económicos y financieros	27
	1. Inversión inicial	27
	a. Inversión en maquinaria y equipo	27
	b. Inversión en facilidades	27
	c. Capital de trabajo	27

d.	Inversión inicial total	28
e.	Financiamiento de la inversión	28
2.	Ingresos	29
3.	Egresos	29
a.	Costos de producción	29
b.	Gastos de administración, ventas y otros	31
4.	Rentabilidad del proyecto	33
a.	Utilidades	33
b.	Flujos de caja, VPN y TIR	34
c.	Punto de equilibrio	36
d.	Análisis de Sensibilidades	37
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	41
VII.	CONCLUSIONES	44
VIII.	RECOMENDACIONES	45
IX.	BIBLIOGRAFÍA	46
X.	ANEXOS	48
A.	Anexo 1: Balance de masa y energía	48
B.	Anexo 2: Diagrama de flujo del proceso de producción	51
C.	Anexo 3: Esquema general de las instalaciones	52
D.	Anexo 4: Proyección de estado de resultados	53
E.	Anexo 5: Cálculo del punto de equilibrio	55

LISTA DE CUADROS

	Página
1. Productos derivados de la pimienta negra	11
2. Métodos de obtención de esencias naturales	17
3. Esquema de producción de oleorresinas	20
4. Personal requerido	26
5. Ingresos proyectados para los primeros 5 años	29
6. Costos de producción proyectados para los primeros 5 años	30
7. Gastos de operación proyectados para los primeros 5 años	33
8. Proyección de utilidades y flujos de caja para los primeros 5 años	36

LISTA DE GRÁFICAS

	Página
1. Eficiencia de extracción y utilidad de planta	21
2. Producción estimada de oleorresina	22
3. Ingresos, margen bruto y utilidades	34
4. Punto de equilibrio	37

LISTA DE TABLAS

	Página
1. Consumo mundial de oleorresinas	8
2. Consumo de oleorresinas en los EEUU	9
3. Composición física y química de la pimienta negra	11
4. Costos de producción y venta de la pimienta negra	12
5. Producción anual y potencial de la pimienta negra	13
6. Materia prima disponible para el proyecto	14
7. Evaluación de localización de la planta	15
8. Estimación de la producción y rendimientos	21
9. Consumo de materiales	24
10. Inversiones en maquinaria y equipo	27
11. Inversiones en equipo y facilidades	28
12. Capital de trabajo requerido	28
13. Costos estimados de materia prima y otros	30
14. Montos de salarios y prestaciones	31
15. Proyección de rentabilidad	35
16. Análisis de sensibilidad escenario 1	38
17. Análisis de sensibilidad escenario 2	39
18. Análisis de sensibilidad escenario 3	40

RESUMEN

El país cuenta con áreas adecuadas para el cultivo y producción de pimienta negra, sin embargo en la actualidad este sector enfrenta problemas debido a lo incierto del precio del mercado, lo cual desincentiva a los productores.

El planteamiento de la hipótesis del presente trabajo de tesis, consistió en demostrar si aplicando el equipo y recursos necesarios, es factible la industrialización de la pimienta negra, específicamente enfocada en la producción de oleorresina derivada de la misma.

El objetivo primordial de este estudio consiste en analizar la alternativa técnica y financiera de la viabilidad de un proyecto agro industrial, para obtener el producto final conocido como oleorresina de pimienta negra, con la finalidad de que, de ser viable el estudio, pretenda ser un instrumento de desarrollo rural al ubicarse en las zonas de producción de las materias primas. Consecuentemente el estudio traería consigo otros beneficio como diversificar y hacer más estable la producción y la oferta del producto, así como impulsar el desarrollo regional a través del fomento de las agroindustrias, las cuales deben desempeñar una acción dinámica tendiente a crear las condiciones para un aumento de la producción y de la productividad del campo.

La investigación realizada, se inicia con el análisis de mercado del producto final para establecer las condiciones en que se desenvuelven las variables de oferta y demanda de la mencionada oleorresina. El método de investigación se hizo por medio del análisis de las series históricas de dichas variables, llegándose a determinar como mercado principal a los Estados Unidos debido a que es el país que más consumo presenta de este producto y que se encuentra geográficamente mejor ubicado para la logística de envío de los productos.

La determinación de la localidad para el desarrollo agroindustrial comprendió la ponderación de los factores de localización, habiéndose seleccionado como lugar más adecuado el municipio de Cobán en el departamento de Alta Verapaz, ya que el mismo reúne las condiciones agropecuarias y de infraestructura necesarias, además de que está iniciando un proyecto que promoverá el cultivo de la pimienta negra en esa región del país.

La ingeniería del proyecto comprende una adaptación del método diseñado para la producción con el fin de obtener mejores rendimientos y determinar el equipo más adecuada para este propósito.

Para finalizar se evaluó financieramente el proyecto por medio de la estimación de los flujos de caja generados por los ingresos por ventas menos los costos de producción y gastos administrativos proyectados para el ciclo de vida, obteniéndose que se requieren condiciones de venta por encima de lo proyectado para hacer el proyecto viable.

Con el afán de mejorar la viabilidad, se propusieron algunos estudios complementarios como la diversificación de la planta de producción a otras materias primas, ya que la capacidad en el punto de equilibrio determinado lo permite sin necesidad de mayores inversiones. De cualquier manera el estudio deja sentadas las bases para ampliar las investigaciones y hacer viable el proyecto en vista de la relevancia que este tipo de proyectos supondría para incentivar la inversión en estas áreas rurales del país y generar consecuentemente mejores condiciones económicas y sociales para el empresario y los habitantes.

I. INTRODUCCIÓN

En la industria de alimentos se utilizan una serie de materias primas interesantes por su olor y aroma, las que tienen sus principales orígenes en plantas o frutos completos. De estos, y mediante procesos físicos y/o químicos, se aíslan las llamadas esencias naturales, mezclas de numerosas especies químicas que poseen olor propio o característico el cual constituye el aroma del conjunto.

Las esencias naturales se dividen en aceites esenciales y oleorresinas dependiendo básicamente del proceso de extracción de las materias primas. Las oleorresinas son extraídas de frutos o plantas mediante el uso de disolventes.

Las oleorresinas de pimienta negra y de paprika (chile pimiento) son las más utilizadas a nivel mundial tanto en la industria saporıfera como odorífera. Actualmente en nuestro país, tomando en cuenta lo propicio para el cultivo de estas plantas, se está promoviendo el cultivo de éstas, lo que beneficia su obtención como materia prima para la producción de las oleorresinas.

Con este estudio de pre factibilidad se evaluará económica y técnicamente una planta para producir oleorresina de pimienta negra. También se tienen como objetivos específicos, estudiar los métodos de extracción de oleorresinas y adaptarlos al campo tecnológico del país, además de colaborar con la generación de divisas por la exportación de productos no tradicionales.

El crecimiento y desarrollo económico del país depende en buena parte del sector agroindustrial, entre otros factores por la generación de divisas obtenidas por la exportación de productos no tradicionales. Las oleorresinas son productos no tradicionales cuya producción promovera la siembra y el cultivo de las materias primas, ayudando así al programa de diversificación de cultivos. Su exportación generara divisas y la siembra de la planta ayudara a pequeños agricultores a incrementar su fuente de ingresos.

Con proyectos relativamente nuevos como estos, se contribuye a que el sector productivo se adapte a los cambios tecnológicos y de productos nuevos ya que las industrias centroamericanas quedaron al margen de las transformaciones tecnológicas ocurridas en el resto del mundo y en la actualidad tienen que hacer frente a una apertura comercial que exige mayor productividad, mayor especialización y el desarrollo de una mejor calidad de procesos.

II. ANTECEDENTES

A. Agroindustria

La agroindustria juega un papel muy importante en la economía de los países agrícolas como el nuestro. Una manera de explotar al máximo nuestros productos agrícolas es hacer uso de la industria para darles un mayor valor agregado, transformándolos en productos agro-industriales de mayor aceptación en mercados locales o hasta internacionales.

La agroindustria induce cambios favorables en el desarrollo de las regiones, así como cambios culturales, sociales y económicos. Genera nuevas fuentes de trabajo y ayuda a disminuir la centralización que se está viviendo en la metrópoli. Una agroindustria tiende a incrementar los niveles de vida de la población adjunta a ella la cual directa o indirectamente tiende a ir mejorando (CEPAL, 1990).

B. Producto

Las oleorresinas son preparados líquidos consistentes en aceites esenciales y materias resinosas. Pueden dividirse en dos grandes grupos: Las que se preparan con especias y hierbas por extracción con solventes aceitosos volátiles, utilizados casi exclusivamente en la industria de sustancias saporíferas; y las que se preparan a partir de cualquier parte odorífera de la planta, exceptuadas las flores, cuyo empleo primordial es la perfumería (GATT/UNCTAD, 1992).

Las oleorresinas de especias corresponden por completo a la primera categoría; hay que distinguirlas de las llamadas acuarresinas, que típicamente se preparan por extracción con alcohol acuoso y no con solventes aceitosos, aunque hay cierta superposición en las aplicaciones de ambos tipos de productos (GATT/UNCTAD, 1992).

Las oleorresinas de especias, que constituyen la forma líquida más concentrada de la especia, reproducen el carácter de la especia con mucha mayor plenitud que los aceites esenciales. Se utilizan primordialmente como agentes saporíferos en la industria de elaboración de alimentos. Como su elevada concentración hace difícil que las oleorresinas como tales se incorporen a las mezclas de productos alimentarios, se dispersan en una base seca, por ejemplo harina y dextrosa. Las

oleorresinas son de empleo más económico, de más fácil control de calidad y más higiénicas que las especies molidas equivalentes (GATT/UNCTAD, 1992).

La oleorresina de pimienta negra se extrae del fruto del pimentero *Piper Nigrum* y en la forma presentada como mezcla con solvente aceitoso tiene un fuerza saporífera de 20 a 25 veces más que la cantidad equivalente en peso de la pimienta molida. La oleorresina se emplea primordialmente en los productos cárnicos (derivados de la carne), pero se emplea también en una amplia variedad de productos como saporífero.

La oleorresina se caracteriza por su sabor agrio picante y por su color marrón oscuro.

Se localiza en el fruto de la pimienta y sobre todo en las células del epicarpio, del mesocarpio externo y de los tegumentos seminales; se puede formar por oxidación a partir de la esencia. No tiene datos precisos sobre su composición exacta, pero contiene en general, además de la piperina otro alcaloide, la chavicina, isómero de la piperina de sabor picante. Contiene pipericina además de otras resinas no identificadas. El contenido de la pimienta en oleorresina varía de 0.8% a 2% en las pimientos negras y 0.7 a 2% en las pimientos blancas (Jacques y Blume, 1975) .

III. OBJETIVOS

A. Generales:

1. Analizar técnica y económicamente la factibilidad de producir oleorresina de pimienta negra.
2. Fomentar la implementación de proyectos agroindustriales en el país con el fin de promover el desarrollo económico y social de las áreas rurales de obtención de materia prima, al ubicar el proyecto en esos lugares.

B. Específicos:

1. Poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el proceso de estudio y aplicarlos en un caso real de análisis.
2. Evaluar las opciones reales de desarrollar un proyecto emprendedor rentable por medio de productos no tradicionales.
3. Profundizar en temas de logística e infraestructura del interior del país de cara a buscar oportunidades para implementar en el futuro.

IV. METODOLOGÍA

La metodología para determinar la factibilidad del proyecto consistió en los siguientes pasos:

A. Marco de referencia teórica

Se consultaron las referencias bibliográficas especializadas en aceites esenciales, específicamente los relacionados con la oleoresina de pimienta negra, sus características químicas y físicas, la producción, sus usos y aplicaciones y tendencias en consumos para tener un marco de referencia teórico que sirviera de base para sustentar los principales supuestos y consideraciones del estudio.

B. Marco de referencia local

De igual manera que con la referencia teórica, se realizó una profunda investigación de los estudios llevados a cabo por entidades internacionales o nacionales especializadas en el tema de producción y mercado de productos no tradicionales en Guatemala y aquellos que específicamente se relacionaban con el producto en cuestión, la producción local de la materia prima, costos, logística y disponibilidad. Fueron realizadas de igual forma visitas a entidades de Gobierno como el MAGA donde se encuentran las principales estadísticas de productos agroindustriales del país. De esta investigación se genera el marco de referencia que sirve de base para sustentar los supuestos de proyección de producción de la pimienta negra.

C. Determinación del mercado

Se realizaron análisis de series de datos históricos obtenidos de los pasos anteriores tanto de la oferta local de la materia prima así como de la demanda internacional de la oleoresina de pimienta negra para proyectar el mercado objetivo del proyecto y el crecimiento esperado como principal supuesto que afecta los resultados obtenidos.

D. Determinación de la capacidad de la planta y proceso de producción

Con las proyecciones de mercado objetivo definidas, se establecieron los supuestos para determinar la capacidad de la planta y el proceso de producción, ambos basados en las consultas bibliográficas realizadas sobre eficiencias y rendimientos en procesos similares. Esta fue la base para establecer los costos de producción.

E. Referencia sobre inversión y equipos

El equipo para el proceso de producción fue inicialmente determinado vía las consultas bibliográficas especializadas, pero se hicieron los ajustes correspondientes debido a que en el mercado se encuentran equipos renovados y más eficientes, adecuados para las condiciones actuales. Esta fue la base para estimar la inversión inicial en equipos especializados. Se consultaron fuentes locales para determinar los costos de edificaciones y facilidades.

F. Proyecciones de ingresos, egresos y flujos de caja

Con los supuestos indicados para el mercado objetivo, la producción e inversión del proyecto, se establecieron los ingresos con el crecimiento determinado, así como los egresos y otros flujos de caja requeridos para la evaluación económica del proyecto. Para este fin se usaron el Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno, así como análisis de sensibilidad para tener un marco de referencia de riesgos y posibilidades cuando algunas condiciones asumidas cambian.

V. RESULTADOS

A. Análisis de mercado.

1. **Panorama general.** Las oleorresinas son usadas en general para la producción de fragancias en la industria de perfumería, así como saborizantes, colorantes y preservantes en la industria de alimentos (Guenther, 1945). El mercado de las oleorresinas se ve favorecido ya que no existen prácticamente sucedáneos sintéticos de las especias y sus derivados, además la legislación sobre alimentos y medicamentos cada vez más estricta, vigente en muchos países consumidores, está obligando a la industria alimentaria (ejemplo: conservas cárnicas) a reducir el índice de bacterias de las especias que usan (GATT/UNCTAD, 1992).

Estos factores, entre otros, han intensificado la tendencia que favorece a la producción y demanda de las oleorresinas sobre las especias molidas.

Hasta principios del decenio de 1970, la producción de oleorresinas de especias tenía lugar principalmente en los países industrializados, con predominio en los Estados Unidos y el Reino Unido. Posteriormente, en parte reconociendo la ventaja que se podía obtener al reducir los costos de transporte, ha habido una transferencia parcial de tecnología a ciertos países productores de especias, principalmente la India, Singapur e Indonesia (GATT/UNCTAD, 1992)

El ritmo más rápido en el crecimiento del consumo de oleorresinas se registró durante el período 1965-1975, hoy continúa creciendo de una forma constante (GATT/UNCTAD, 1992).

Debido a sus ventajas sobre las especias en crudo y los aceites esenciales, las oleorresinas han ido incrementando su parte proporcional en el consumo global de especias en los Estados Unidos, el Canadá y el Reino Unido. A largo plazo cabe esperar una evolución semejante en Alemania, Francia y el Japón, donde el uso de oleorresinas es todavía poco importante. (GATT/UNCTAD, 1992).

Los principales mercados siguen siendo los Estados Unidos y el Reino Unido, donde los extractos dispersados de especias representan aproximadamente el 66 y 50 % de sus respectivos mercados de especias. La mayoría de los demás países europeos, el Japón, el Canadá, Australia y unos pocos países en desarrollo son pequeños consumidores. En la Tabla 1 se presenta un desglose del consumo estimado

de oleorresinas en los principales mercados a mediados del decenio de 1980 (GATT/UNCTAD, 1992).

Tabla 1
Consumo mundial estimado de oleorresinas

Mercado	Cantidad (ton)
Estados Unidos	850-900
Reino Unido	350-450
Canadá	50-60
Alemania	40-45
Japón	73-77
Francia	10-15
Otros	50-60

De las cifras citadas en la **Tabla 1** se deduce que el consumo mundial se sitúa alrededor de 1450 a 1650 toneladas de oleorresinas anuales aproximadamente (GATT/UNCTAD, 1992).

2. Demanda. Después de la oleorresina de paprika, la oleorresina de pimienta negra es la oleorresina más utilizada. Los Estados Unidos son el principal mercado para esta oleorresina con un consumo de más de unas 250 ton. anuales, seguido por el Reino Unido con más de 100 ton. La demanda de esta oleorresina es floreciente y está en auge, tendencia que parece probable que continúe, en todo caso en el futuro próximo a un ritmo constante (GATT/UNCTAD, 1992).

En la **Tabla 2** se detalla el consumo de oleorresinas en los Estados Unidos durante los años ochenta. Se observa una tendencia de crecimiento en el consumo, el cual es suplido por países productores como India, Reino Unido y Singapur (GATT/UNCTAD, 1992).

3. Oferta. La producción anual efectiva alcanza un total de 400 toneladas, que se distribuye como sigue: La India alrededor del 35%, Reino Unido el 30%, Singapur el 15%, Los Estados Unidos y el Canadá alrededor del 10%, Indonesia el 7.5% y el resto se reparte entre Malasia y otros pequeños productores (GATT/UNCTAD, 1992).

No se tiene ni se conoce información sobre la exportación ni fabricación de estos productos proveniente de los países centroamericanos (Asociación de Productores de Aceites Esenciales de Guatemala).

Tabla 2

Consumo estimado de oleorresinas en los Estados Unidos

Año	Cantidad (ton)	% crecimiento
1980/81	212.7	
1981/82	210.2	-1.18
1982/83	215.7	+2.62
1983/84	227.1	+5.29
1984/85	234.9	+3.44
1985/86	239.2	+1.83
1986/87	244.3	+1.00
1987/88	249.3	+1.03
1988/89	253.8	+1.72

4. Mercado para el proyecto. De acuerdo a las cifras señaladas en la Tabla 1, el principal país importador de oleorresina de pimienta es los Estados Unidos, por lo tanto, para efectos del presente estudio y tomando en cuenta el costo de transportación por la proximidad geográfica con nuestro país, se ha considerado a este como el principal mercado para la exportación de los productos.

El mercado a cubrirse se obtendrá en función de la materia prima disponible ya que en este caso es la variable limitante. Existe un mercado potencial proveniente del crecimiento constante mostrado por el consumo, el cual consistiría en el mercado objetivo de este estudio apalancado por las ventajas competitivas que pudiera generar una ubicación más cercana versus los otros suplidores, reducción en costos de transporte y logística y eficiencia en entregas de cantidades pequeñas. Todas éstas ventajas deben capitalizarse para poder tener acceso al mercado objetivo.

El precio de la oleorresina en el año 1993 en el mercado oscila entre los US\$28.82 y US\$29.32 por libra (GATT/UNCTAD, 1992). Se utilizarán éstos precios como referencia para realizar las proyecciones correspondientes de los ingresos y evaluar los márgenes operativos.

5. **Costos y transporte.** Tanto los aceites esenciales como las oleorresinas de especias, por estar altamente concentrados, son productos de reducido volumen y elevado valor, cuya preparación en dichos casos no representa dificultades técnicas y cuyo transporte es invariablemente barato (García, 1972).

B. Materia prima.

Guatemala, por sus condiciones climatológicas y características agropecuarias, posee regiones extensas en las cuales la proliferación de plantas como la pimienta es bastante factible (DIGESA, 1990).

1. **Características generales.** La oleorresina de pimienta negra se extrae del fruto del pimentero *piper nigrum L.*, perteneciente a la familia de las piperáceas, que actualmente es cultivada en grandes cantidades en todas las zonas tropicales (GATT/UNCTAD, 1992).

Los frutos del pimentero tienen forma globular y miden de 4 a 7mm de diámetro, presentan una superficie rugosa, debiendo contener un mínimo del 1% de aceite esencial, los granos no deberán contener elementos vegetales extraños y estar limpios de toda clase de insectos, parásitos, moho y microorganismos que pudieran causar su descomposición. Su color dependerá del grado de madurez, su olor es punzante y de sabor picante (DIGESA, 1990).

La pimienta negra es el fruto desecado de la planta, que es clasificado desde el punto de vista comercial y de acuerdo a su origen. Sus principales características físicas y químicas son mostradas en la **Tabla 3**.

La forma de presentación final de la pimienta puede ser en grano o procesada (polvo), en aceite esencial y oleorresina. En el **Cuadro 1** se presentan los productos derivados de la pimienta negra.

2. **Localización de áreas de obtención.** En el país existen dos zonas de vida para el desarrollo del cultivo de la pimienta negra; la primera corresponde al bosque sub-tropical húmedo cálido, siendo la zona más extensa del país. Esta zona cubre en la costa sur una faja de 40 a 50 km. de ancho que va desde México hasta Oratorio y Santa María Ixhuatán en Santa Rosa. En el norte del país abarca el departamento de Izabal, Norte de Alta Verapaz, Quiché, una parte de Huehuetenango y sur del Petén.

La superficie total de esta zona es del 37.4% de la superficie total del país (DIGESA , 1990).

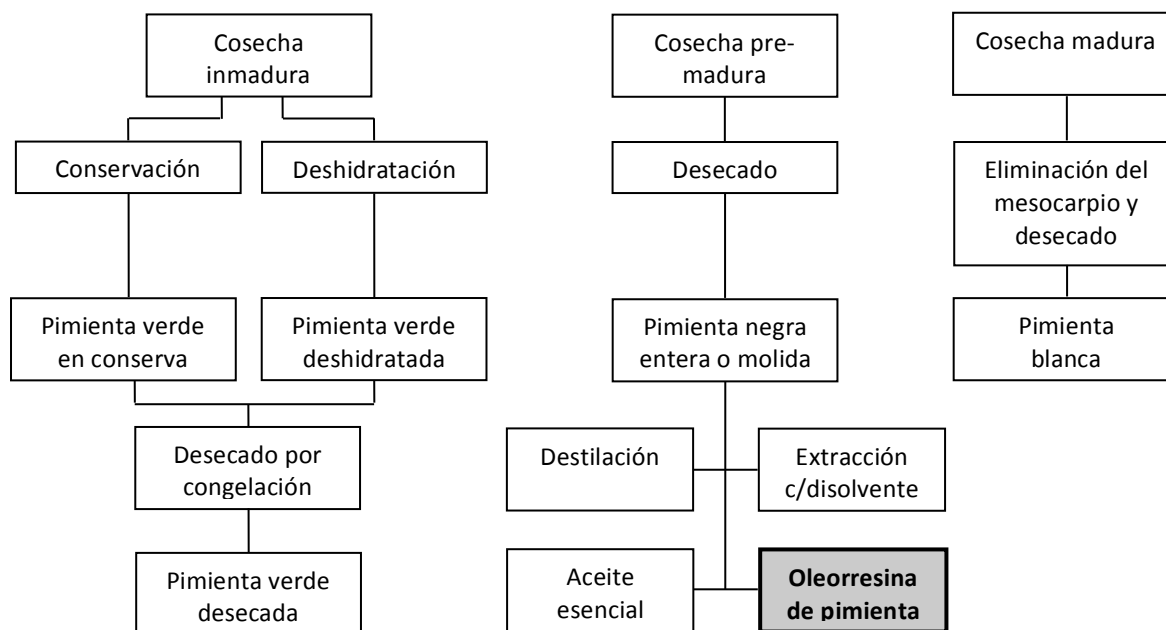
Tabla 3

Composición física y química de la pimienta

Propiedad	Composición
Humedad	13.0%
Cenizas	7.0%
Residuo mineral fijo insoluble en HCl	1.5%
Extracto etéreo	7.0%
Extracto alcohólico	8.0%
Fibra cruda	15.0%

Fuente: DIGESA, 1990.

Cuadro 1

Productos derivados de la pimienta negra

3. **Producción y costos.** La disponibilidad de la materia prima así como el costo al cual debe ser obtenida, son factores importantes para determinar la capacidad de producción y la rentabilidad del proyecto respectivamente. Dependiendo del proceso que se le aplique al grano de pimienta, podemos obtener pimienta negra o pimienta blanca. La pimienta se obtiene del corte sazón de las bayas o frutos para luego secarlos al sol con cáscara.

En Guatemala se cultivan dos variedades de pimienta negra: Una de ellas es la variedad Kuradivalli, siendo ésta la más difundida, presentando a la vez las mejores características comerciales. La otra variedad está representada por la Balankota, ésta produce menos cantidad de pimienta negra que la variedad Kuradivalli (DIGESA, 1990). La pimienta empieza a dar frutos al tercer año de haber sido plantada en campo definitivo, alcanzando su plena capacidad productiva entre el séptimo y octavo año, fluctuando su vida económica en condiciones favorables entre los 15 y 20 años (DIGESA, 1990).

La época de cosecha tiene un espaciamento de 6 a 9 meses. Se observan dos periodos de floración (mayo a junio) y dos de recolección (diciembre a abril) (DIGESA, 1990).

La producción que se obtiene en óptimas condiciones es de 3 a 4 lb. de pimienta negra seca por planta. De una plantación bien atendida, se puede obtener una cosecha de aproximadamente 17,300 libras de fruto verde por manzana, lo que corresponde a 6,000 libras de pimienta listas para procesarla.

En la actualidad existe un proyecto para la promoción del cultivo de la pimienta negra en el departamento de Alta Verapaz, tomando en cuenta que este posee las condiciones agronómicas adecuadas para este cultivo. El área considerada para el cultivo es de 1060 mz. , lo que representaría una producción total de 63500 quintales, equivalentes a 2890 TM (DIGESA, 1990). Los costos a los cuales la pimienta es producida y vendida actualmente se estiman en la **Tabla 4**. En la **Tabla 5**, se detallan las producciones actuales y potenciales.

Tabla 4

Costos de producción y venta de la pimienta negra

Cosecha (Q/qq)	Venta al mercado (Q/qq)	Venta industrial (Q/qq)	Utilidad al agricultor (Q/qq)
59.48	100.58	80.00	20.52

Fuente: DIGESA, 1990

Tabla 5
Producción actual y potencial de pimienta negra

	Área actual para cosechar	Rendimiento por manzana	Producción actual	Área potencial	Producción potencial
Alta Verapaz	No dato	60 qq	No dato	1060 mz	63600 qq
Costa Sur	No dato	47 qq	No dato	850 mz	39950 qq
Totales				1910 mz	103550 qq

Fuente: DIGESA, 1990.

4. **Materia prima disponible para el proyecto.** La materia prima a procesar será aquella que, por características naturales de las cosechas, no llenan los requisitos de calidad para ser comercializadas como tal, y que es considerada como producto secundario que merma en las utilidades esperadas por los productores.

En la cosecha y producción de la pimienta negra se da un porcentaje de fruto de primera calidad, que alcanza un mejor precio en el mercado de consumo fresco (para exportación o mercado local), y un porcentaje de segunda, tercera y cuarta calidad, que es fundamentalmente apto para su uso en la industrialización.

Esta producción alcanza un promedio aproximado del 30% pimienta negra del total de la plantación (DIGESA, 1990). De esto se derivan una serie de deficiencias en la comercialización de los productos, siendo ésta una causa principal del porque de la escases de estos cultivos, considerando que el país posee y cuenta con suficiente área adecuada para la promoción de estos cultivos.

Una planta agroindustrial que procese estos porcentajes de “merma” en las cosechas, promovería el cultivo de plantas como la pimienta ya que los productores sentirían la presencia de un mercado seguro para el producto que no es considerado de primera calidad.

En base al los datos del Tabla 5, se estiman las cantidades de materia prima que se encuentra disponible actualmente (aplicando el 30% de merma) y la cantidad que se obtendría del cultivo de las áreas potenciales. Estos datos son resumidos en el **Tabla 6.**

Tabla 6
Materia prima disponible para la producción

Región	Producción potencial	Materia prima disponible aprox.
Alta Verapaz	63600 qq	19080 qq
Costa Sur	39950 qq	11985 qq
Total pimienta negra disponible		31065 qq

Fuente: Datos Tabla 5.

C. Tamaño y localización de planta

1. **Localización.** Para determinar la localización de la planta de producción es necesario evaluar varias alternativa tomando en cuenta varios factores, dentro de los cuales están: Disponibilidad de materia prima, mercado y comercialización, transporte, mano de obra, insumos, agua, características de la zona, facilidades urbanas y desarrollo Regional. El factor mercado, es un factor que considerando el tipo de mercado del proyecto (exportación), no se considerará.

Dentro de las alternativas para la ubicación de la planta se consideraran los lugares de disponibilidad de materia prima, tomando en cuenta la regla gruesa que nos indica que cuando la materia prima pierde mucho peso durante su procesamiento, es más barato ubicar la planta en el lugar de su obtención.

Lo anterior se reafirma con el hecho de que es más barato el transporte de la oleorresina como tal, que la materia prima que la origina.

De acuerdo a lo anterior las alternativas más importantes por disponibilidad de materia prima son las siguientes:

- i San Jerónimo, Baja Verapaz
- ii Cobán, Alta Verapaz.
- iii Escuintla, Escuintla

(DIGESA, 1990)

Una vez seleccionados estas regiones, se evalúa cada una de éstas usando un método de ponderación de los factores indicados arriba. A cada uno de los factores listados

se les dio un valor de ponderación en función de su importancia actual y futura. El valor indicado corresponde a criterios adquiridos a través de la investigación en fuentes bibliográficas y de campo realizadas.

En la **Tabla 7** siguiente se contempla la ponderación realizada.

La alternativa (b), Cobán Alta Verapaz, es la que arroja mayor cantidad de puntos, por lo tanto esta será la ubicación de la Planta de Producción.

A diferencia de las otras alternativas, esta región del país además de encontrarse ubicada en el lugar de mayor proyección para la cosecha y obtención de la pimienta, se encuentra en un sector donde se cosecha diversidad de productos, los que en un futuro pudieran ser utilizados para la producción de otras oleorresinas (i.e. paprika, cardamomo, canela) en las mismas instalaciones de la planta. Los gastos de transporte de materia prima se reducen al máximo. El acceso hacia la región es bastante factible, por lo que se facilita el acarreo de insumos para la producción y mantenimiento de la planta, y desde el punto de vista agronómico, el clima y el suelo de esta región protegen más las plantaciones de plagas y enfermedades.

Tabla 7

Evaluación de alternativas para localización de la planta

Factores	Ideal	(a)	(b)	(c)
<u>Producción</u>				
Obtención de materia prima	40	30	35	30
Mano de obra	10	10	10	10
Agua	5	5	5	4
Insumos	5	4	4	5
Combustibles	3	2	2	3
<u>Distribución</u>				
Transporte	15	14	14	15
Mercado	5	5	5	5
<u>Mixtos</u>				
Medio ambiente	2	2	2	2
Facilidades urbanas	4	4	4	4
Comunidad	3	3	3	3
Disposiciones legales	2	2	2	2
Desarrollo regional	3	3	3	2
Interés social	3	3	3	2
TOTAL	100	87	92	88

Fuente: Análisis Propio.

2. **Capacidad de la planta.** Para determinar la capacidad de la planta de producción, se han considerado dos parámetros básicos, como son: La disponibilidad de la materia prima que es factible a procesar, y la demanda de las oleorresinas derivada del mercado estadounidense. El primer parámetro es el limitante debido a que el mercado existe y con un producto de calidad y costo competitivo se puede acaparar ajustándolo a la producción derivada de la cantidad de materia prima procesable.

De los datos que se ilustran en el Tabla 6, asumiendo que se garantiza la obtención del 75% del total disponible (considerando sólo la región de Alta Verapaz, que es donde estará ubicada la planta) y tomando en cuenta que el rendimiento promedio para la obtención de la oleorresina es del 1.4% (GATT/UNCTAD, 1992), se considera, entonces, que la planta producirá por cosecha 9.1 TM de oleorresina de pimienta negra. La planta deberá estar diseñada para poder producir esta cantidad de materia prima.

La planta alcanzara un 100% de su capacidad cuando la materia prima obtenible sea un 100% de la disponible (después de alrededor 4 años, cuando se hayan establecido todos los contactos y resuelto problemas de puesta en marcha).

D. Proceso de producción

1. **Producción de esencias naturales.** Para la producción de esencias naturales se utilizan diferentes métodos dependiendo de la naturaleza y propiedades de las mismas esencias y de las materias primas de donde proceden:

- a. Tratamientos directos.
- b. Destilaciones.
- c. Extracción con disolventes.

Los productos obtenidos por uno u otro método suelen designarse por nombres genéricos distintos y así suele reservarse la calificación de “aceite esencial” para las esencias obtenidas por destilación con arrastre por vapor (Ramírez, 1988).

En el **Cuadro 2** se resumen los métodos actuales (muchos han ido desapareciendo con el tiempo, sustituidos por otros más perfeccionados) junto con los nombres reservados para sus productos.

El proceso empleado para la producción de las oleorresinas es el método de extracción en frío con disolventes volátiles, llamado lixiviación (GATT/UNCTAD, 1992).

2. Proceso de producción de oleorresinas. Relativamente moderno, este método de lixiviación ha llegado a adquirir extraordinario relieve por su elevado rendimiento y las buenas propiedades de sus productos, a pesar de no encontrarse en su total madurez. Realizado a temperatura ambiente, es en realidad un procedimiento de inmersión del producto a tratar en un disolvente frío, siendo una de sus ventajas la operación a bajas temperaturas y no intervenir el vapor directo (GATT/UNCTAD, 1992).

Sus productos son menos solubles que los aceites esenciales y oscuros por las impurezas también disueltas, aunque, no obstante, puede mejorarse el color mediante tratamientos complementarios (GATT/UNCTAD, 1992).

Cuadro 2
Métodos de obtención de esencias naturales

Operaciones	Nombre	Productos
Directos		
Compresión de cáscara	Expresión	Esencias
Raspado de cáscaras	Expresión	Esencias
Lesiones mecánicas de las cortezas	Exudación	Gomas y resinas
Destilación		
Destilación acuosa o arrastre con vapor	Destilación	Aceites esenciales y aguas aromáticas
Extracción		
Con grasas y aceites fijos		
-En frío	Enflorado	Pomadas en frío
-En caliente	Infusiones	Pomadas en caliente
Con disolventes volátiles		
-En frío	Extracción	Esencias concretas y absolutas OLEORRESINAS
-En caliente	Extracción	Infusiones y resinoides alcohólicos.

Fuente: García, 1972.

3. **Esquema del proceso.** El principio de extracción con solventes volátiles es simple: Las materias a tratar son cargadas en extractores diseñados para tal función y de ellas se extraen sistemáticamente las esencias a temperatura ambiente, utilizando un solvente adecuado. El solvente penetra en la materia prima y disuelve sus esencias naturales junto con algunas ceras, residuos albuminosos y colorantes (proceso llamado maceración en frío). La solución es bombeada a un evaporador y es concentrada a una baja temperatura. Después de ser el solvente completamente separado al vacío, se obtiene el aceite concentrado. El disolvente es recuperado para un nuevo tratamiento. De esta evaporación se pueden obtener dos tipos de productos inmediatos, que son las esencias concretas o simplemente concretos, obtenidos a partir de flores o, los resinoides u oleorresinas en frío, obtenidos a partir de materiales secos, bálsamos, resinas, gomas, etc. (esencia impurificada por resinas de color oscuro). Ambos productos pueden purificarse posteriormente (eliminación de las ceras o resinas) mediante alcohol, produciendo las llamadas esencias absolutas, sin más impurezas que las solubles en alcohol (García, 1972).

En seguida se describen los principales pasos del proceso de producción de las oleorresinas:

a. *Limpieza de la materia prima.* La materia prima es sometida un proceso de selección y limpieza para eliminar impurezas provenientes del lugar de donde fue recolectada.

b. *Carga al extractor.* La materia prima es cargada continuamente por medio de un transportador cuya velocidad de carga puede ser regulado dependiendo de la producción diaria considerada.

c. *Extracción.* La extracción propiamente dicha, se realiza en un extractor dinámico o móvil (Rotocel Extractor). La extracción es semi-continua, necesiándose alrededor de 67 galones de solvente por 400 libras de materia prima (GATT/UNCTAD, 1992).

En el caso de la oleorresina de pimienta, esta debe ser extraída con éter de petróleo debido a que este presenta un poder de disolución de las esencias naturales adecuado y selectivo. Presenta un punto de ebullición adecuado para ser removido rápidamente sin tener considerables pérdidas por evaporación (GATT/UNCTAD, 1992).

En el sistema Rotocel de extracción, un cilindro horizontal gira alrededor de un eje central. Dicho cilindro está dividido en compartimientos, cada uno separado por una pared, los cuales tienen suelos perforados. El cilindro rota constantemente, pasando los compartimientos por el punto de alimentación de la materia prima, el solvente es alimentado únicamente al último compartimiento y reutilizado en los subsiguientes. El Rotocel es simple y poco caro (Ramírez, 1988).

d. *Evaporación.* El proceso de concentración de soluciones se lleva a cabo en dos etapas. La primera, se ejecuta por medio de un intercambiador de calor en donde una gran cantidad de solvente es separado. La temperatura de operación no debe exceder los 60°C, debido a que, temperaturas altas a presión atmosférica pueden causar deterioro de la calidad del producto final. Por esta razón el solvente no es separado completamente en esta etapa. El solvente que es separado se recicla (es utilizado para el procesamiento de otra porción de materia prima).

La solución concentrada producto de esta etapa es dejada enfriar, filtrada y transferida a un evaporador operado al vacío, en donde la solución es concentrada completamente in vacuo. Esta constituye la segunda etapa del proceso de evaporación y la última del proceso de producción. Este producto es llamado concreto, constituyéndose así la oleorresina de la materia prima procesada (Ramírez, 1988).

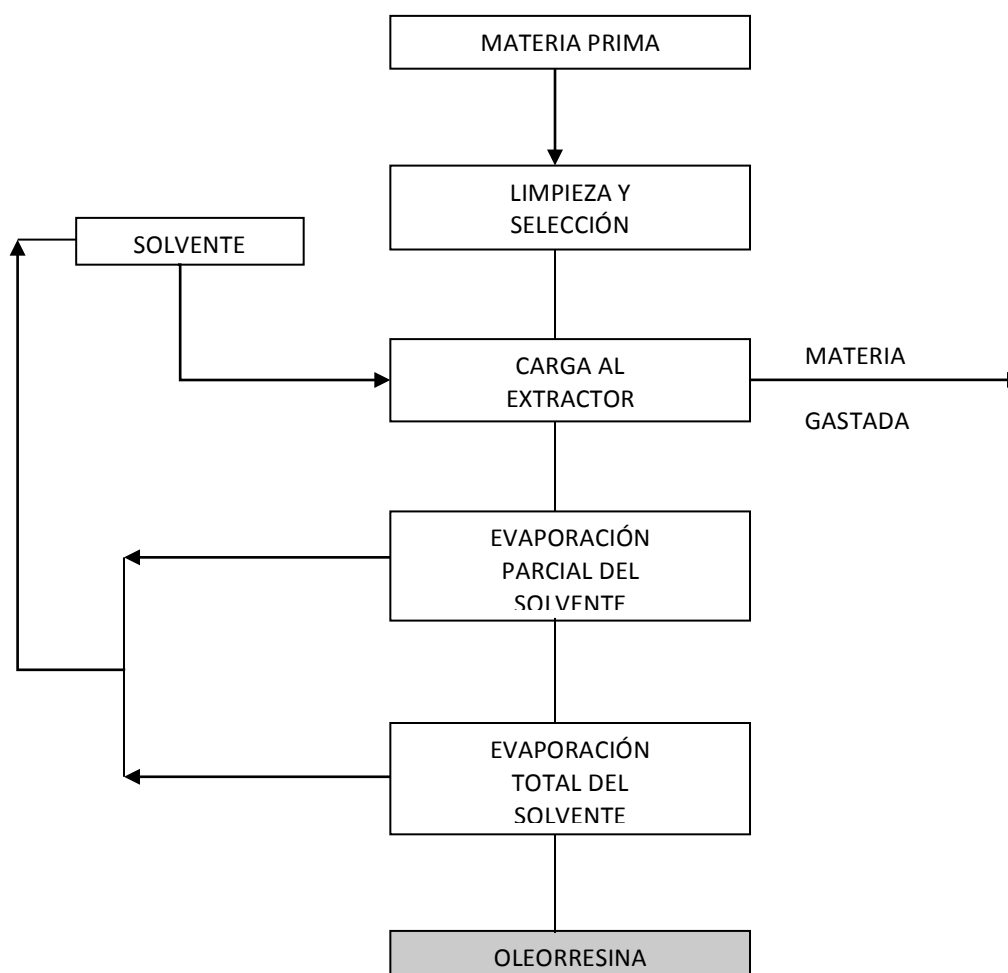
En el **Cuadro 3** se ilustran los pasos del proceso de producción de las oleorresinas.

4. Programa de producción y duración del proyecto. Existen dos periodos de recolección de materia prima en el año, estos son durante los meses de septiembre-octubre y abril-junio; por lo tanto estos periodos son de abastecimiento de materia prima y la planta deberá almacenarla en las condiciones adecuadas para utilizarlo en el proceso.

Operando la planta a un 100% de su capacidad, se procesarán 14310 qq (650 TM) de pimienta negra ocupando 210 días al año, para producir 9.1 TM de oleorresina. La planta no producirá desde un principio la cantidad de producto para la cual estará diseñada derivado de dos factores: uno es la eficiencia de extracción del producto, la cual se logrará a través del tiempo y de la experiencia ganada en el uso de los equipos e insumos; segundo, se estima que no se llegará a operar a la capacidad de diseño debido a ineficiencias normales en el proceso de compra y obtención de

materia prima repercutiendo en el porcentaje de utilización de la capacidad instalada de la planta.

Cuadro 3
Esquema del proceso de producción de oleoresina



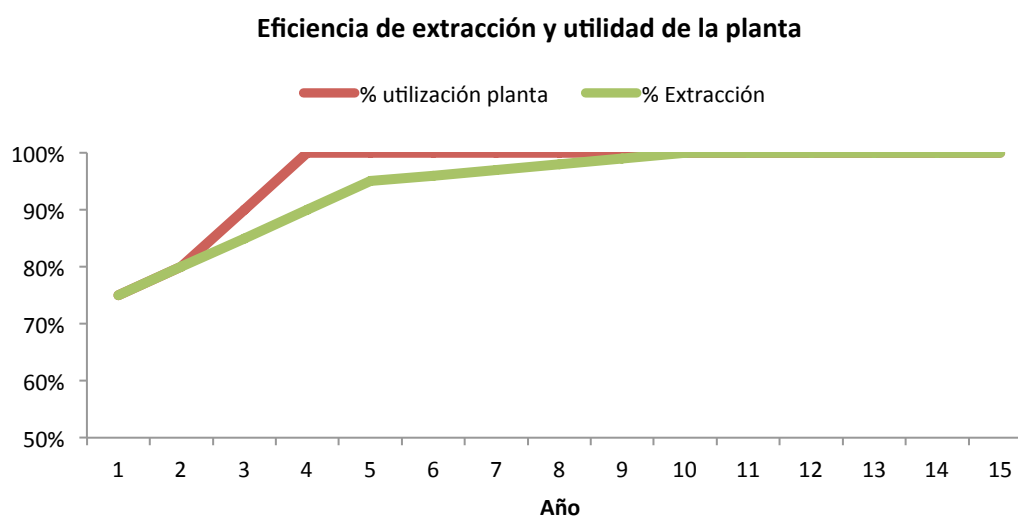
La vida útil del proyecto se estima en 15 años, tomados a partir del momento en que se inicien operaciones de producción.

En la **Tabla 8** (siguiente página) se muestran los datos estimados de capacidad de producción considerando los factores mencionados de utilización de planta y eficiencia de extracción. En las **Gráficas 1 y 2** se representan estos datos donde se resume que la capacidad instalada se alcanzará en el año 4 mientras que la máxima eficiencia de extracción se alcanzará hasta el año 10.

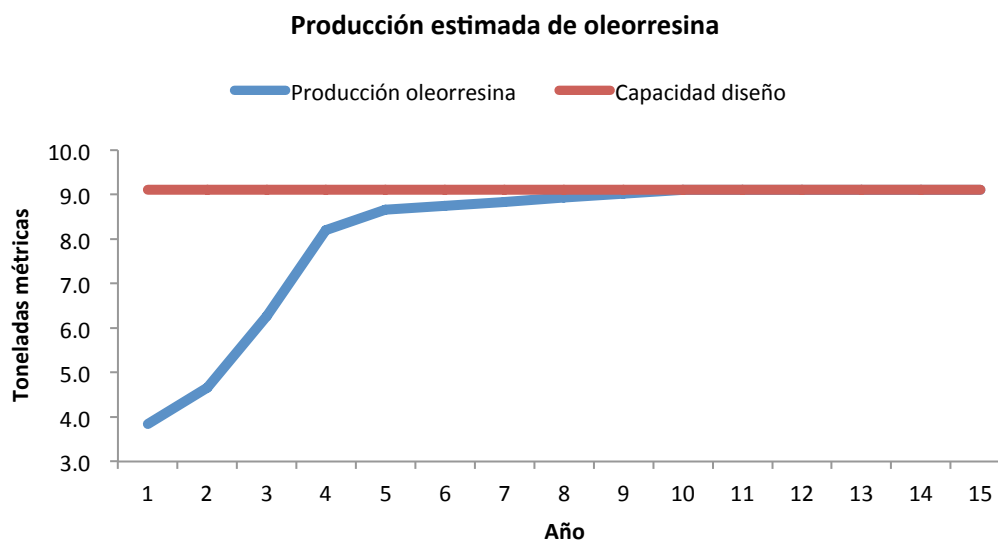
Tabla 8
Estimados de producción y rendimientos

Año	Pimienta negra (TM)	Utilidad de planta	Extracción	Eficiencia de extracción	Producción oleorresina (TM)
Producción Óptima/Capacidad Instalada					
	650	100%	1.4%	100%	9.1
1	488	75%	1.4%	75%	3.8
2	520	80%	1.4%	80%	4.7
3	585	90%	1.4%	85%	6.3
4	650	100%	1.4%	90%	8.2
5	650	100%	1.4%	95%	8.7
6	650	100%	1.4%	96%	8.7
7	650	100%	1.4%	97%	8.8
8	650	100%	1.4%	98%	8.9
9	650	100%	1.4%	99%	9.0
10	650	100%	1.4%	100%	9.1
11	650	100%	1.4%	100%	9.1
12	650	100%	1.4%	100%	9.1
13	650	100%	1.4%	100%	9.1
14	650	100%	1.4%	100%	9.1
15	650	100%	1.4%	100%	9.1

Gráfica 1



Gráfica 2



5. Equipo requerido.

a. *Equipo principal.* De acuerdo al esquema del proceso y capacidad proyectada de la planta se requiere del siguiente equipo básico:

(1) Sistema de extracción. Se requiere de un extractor Rotocel, construido de hierro recubierto con estaño. El extractor tendrá capacidad de carga de 400 lb (182 kg) de pimienta negra con 67 galones de solvente, lo que equivale a 34qq de materia prima procesada cada uno en un día de 8.5 horas de trabajo.

(2) Sistema de evaporación parcial del solvente. El solvente es separado parcialmente en un evaporador que como medio de calefacción utiliza un tubo helicoidal por el cual se hace pasar vapor. El equipo es operado a no más de 60C. Consumo de vapor 215 kg/h.

(3) Evaporación final. La solución concentrada de oleorresina se lleva a un evaporador de tubos cortos horizontales, a capacidad de 50 litros, operado al vacío. Este sistema también debe contar con un condensador para recuperar el solvente. Consumo de vapor 555 kg/h.

(4) Caldera. Para la generación del vapor a consumir en los sistemas de evaporación. Capacidad 50hp.

b. *Equipo auxiliar.* Otros equipos que no forman parte directa de las unidades principales de la planta.

(1) Tuberías y válvulas. Todas las tuberías deben tener una longitud óptima debido a la volatilidad del solvente, para evitar pérdidas por transporte con longitudes muy extensas y ahorro de tiempo. La tubería debe tener un diámetro suficientemente grande para prevenir la formación de presión debida a la turbulencia del aire y el solvente. Las tuberías y válvulas son de acero estándar, 1.5 pulgadas catálogo 40.

(2) Bombas. Existen dos bombas para el bombeo de la solución, una entre los sistemas de extracción y primera evaporación, y la otra entre este último y el sistema de evaporación final. Debido a la volatilidad del producto y al riesgo de fuego y explosión, estas serán intrínsecamente seguras. Capacidad de ¼ hp cada una, tipo desplazamiento positivo.

(3) Balanzas y equipo de empaque. Se requiere de una balanza con capacidad de hasta 2000 lb para pesar la materia prima adquirida y aquella para el proceso. Además, una balanza convencional (hasta 2 kg) y máquina selladora al vacío, para el pesado y empaquetado del producto terminado.

(4) Equipo de laboratorio. Las pruebas más importantes requeridas para la materia prima y el producto terminado son: punto de ignición en copa cerrada (ASTM D-56) para el control de calidad del solvente y concentración de sólidos (Refractómetro) para el producto final. Por lo tanto se requiere la compra de una copa para correr la prueba de punto de ignición ("flash point") y un refractómetro.

En el **Anexo 1** se presenta el balance de masa y energía; en el **Anexo 2** se presenta el diagrama de flujo del proceso y criterios de diseño para los equipos básicos citados.

6. Materiales requeridos.

a. *Pimienta negra.* Se utilizara la pimienta negra seca proveniente directamente de las áreas de cultivo y secado. Se utilizan 71.4 kg pimienta negra para producir 1 kg de oleorresina.

b. *Solvente.* Éter de petróleo es el solvente para la extracción de la oleorresina. La relación solvente : materia prima por carga al extractor es de 67gal:182kg. De acuerdo al proceso, se necesita solvente para poder hacer 3 extracciones por una carga de materia prima, luego reutilizarlo; por lo tanto se requieren 285gal/día de solvente para poder realizar continuamente el proceso con el extractor rotatorio. Debido a la pérdida inherente del solvente por evaporación, que es alrededor del 10% por ciclo, se requiere alimentar el sistema constantemente para reponer el volumen perdido. Teniendo en cuenta estas consideraciones se estima que el consumo de solvente es el 41% del total en peso de pimienta procesada.

c. *Material de empaque.* El producto final será empacado al vacío en presentaciones individuales de 1 kg, y presentaciones en conjunto de 20 kg/caja lista para exportación.

En la **Tabla 9** se resumen los consumos de materiales para los primeros años de producción.

Tabla 9
Consumo de materiales

Año	Utilidad de planta	Pimienta negra (TM)	Producto (TM)	Bolsas de 1 kg (millares)	Cajas (millar)	Solvente* (gal)
1	75%	488	3.8	5.2	258	200
2	80%	520	4.7	5.9	293	213
3	90%	585	6.3	7.0	350	240
4	100%	650	8.2	8.2	412	267

*Volumen calculado en base al % de pérdida del 10% sobre el volumen usado por día.

7. Requerimiento de insumos

a. *Vapor.* El vapor será principalmente consumido por los sistemas de primera evaporación y evaporación al vacío. De acuerdo a los consumos calculados en el Anexo 1, el requerimiento total será de 770 kg/h. Este consumo equivale aproximadamente a 45hp, por lo que la caldera tendrá una capacidad de 50hp.

b. *Agua.* El agua utilizada para la caldera es la que mayor afecta en el estimado del consumo de agua de la planta. Para la caldera seleccionada se requiere el consumo de 210 gal/h, por lo tanto, se requerirán alrededor de 1890 gal/día para la caldera. Se considera un consumo diario por persona de 25 gal, por lo tanto se estima un consumo de 425 gal/día (para 17 personas). El agua será suplida por el sistema municipal, requiriéndose de la instalación de un tanque depósito con capacidad para 5000 gal.

c. *Combustible.* El combustible para caldera es el parámetro para calcular el consumo de combustible de la planta. Se requieren 15gal/h de diesel, esto es 75 gal/día considerando 5 horas netas de generación de vapor. Un tanque de 1000gal es necesario para cubrir el consumo de 13 días.

8. Construcciones y edificaciones. Se requiere de tres áreas aisladas:

a. *Área de bodegas.* Una bodega de materia prima, accesorios, repuestos y material de empaque. Longitud de 12m de largo por 7 de ancho, estructura metálica y techo de lámina. Área construida de 55m² para el almacenaje de repuestos y accesorios y la sección de material de empaque; el almacenaje de la pimienta negra se hará bajo techo al aire libre.

b. *Área de procesos.* El área de proceso será de 7m de ancho por 15m de longitud, edificio totalmente independiente, bien aireado (las partes altas de los muros exteriores son caladas a fin de renovar el aire viciado continuamente, y evitar el riesgo de concentración de vapores inflamables). En esta área las instalaciones eléctricas son intrínsecamente seguras (prueba de explosión).

c. *Área de Oficinas.* Un área de 40m² de construcción para las oficinas.

En el **Anexo 3** se ilustra un esquema general de las instalaciones.

9. **Personal.** Debido a lo técnico del proceso y a las características del producto manejado, se requiere emplear a personal calificado y capacitado para la administración del proceso, y personal no calificado para las labores rutinarias no críticas. En el **Cuadro 4** se detalla el personal requerido y una descripción breve y general de las responsabilidades asignadas a cada posición.

Cuadro 4
Personal requerido

Posición	Descripción de funciones	No.	Calificado	No calificado
Gerente	Gerencia general Ventas y contactos en el exterior	1	1	
Supervisor de Producción	Gerencia de proceso Compra de materiales	1	1	
Supervisor de Mantenimiento	Gerencia de mantenimiento Preventivo y correctivo Suministro de repuestos	1	1	
Mecánico	Mantenimiento general	1		1
Laboratorio	Control calidad materia prima, de empaque, producto terminado y de proceso	1	1	
Operarios Planta	Operaciones rutina Sección Empaque	7		7
Secretaria	Varios	1	1	
Contador	Cuentas/costos	1	1	
Bodeguero	Materia prima Material empaque Transporte	1	1	
Guardián	Seguridad	1		1
Mensajero	Compras varias	1		1
Total		17	7	10

E. Aspectos económicos y financieros

1. Inversión inicial.

a. *Inversión en maquinaria y equipo.* La inversión estimada en equipo requerido para la planta, de acuerdo a la capacidad de producción se detalla en la **Tabla 10**.

b. *Inversión en facilidades.* Se requiere de determinada inversión para la construcción de la planta, las áreas indicadas requeridas para el proceso de producción, oficinas y todos los servicios auxiliares. En la **Tabla 11** se presentan los detalles del Plan General de Inversión en el cual se incluye la inversión de Maquinaria e Equipo previamente indicada.

c. *Capital de trabajo.* Es el capital requerido para mantener corriendo la planta diariamente el cual incluye inventarios de materia prima, material de empaque, combustibles, gastos de mantenimiento, salarios en si todo lo requerido para producir y vender el producto final.

Tabla 10
Inversión en maquinaria y equipo

Equipo	Costo(Q)
1 Extractor rotatorio, incluye tubería, motor a prueba de explosión, y accesorios	125,000
Evaporador de calefacción helicoidal, incluye tubería y accesorios	60,000
Evaporador al vacío, incluye tubería y accesorios	80,000
Caldera 50HP, incluye sistema de alimentación de agua y tratamiento	145,000
200 pies tubería acero (cedula 40 1.5") accesorios	2,920
2 bombas centrífugas "prueba de explosión", 1/4HP	6,000
2 tanques de 1000gal acero al carbono, lamina 3/16", construcción local, para solvente y diesel	7,000
3 tanques de 200 gal acero al carbono, lámina 3/16", construcción local	3,000
2 balanzas (cap. máx. 2000lb. y 5000g)	10,000
Equipo de laboratorio	5,000
Tanque acero al carbono 5000 gal para agua	15,000
Total	458,920

Tabla 11
Inversión en equipo y facilidades

Inversiones fijas	% Inv. fija	Inversión (Q)
Terreno (1 manzana)	7%	70,000
Edificio e instalaciones	21%	200,000
Maquinaria y equipo	49%	458,920
Gastos de instalación	9%	81,200
Mobiliario y equipo	5%	50,000
Imprevistos	8%	78,712
Total	100	938,832

En el **Tabla 12** se detallan el monto del capital de trabajo asumiendo que el monto requerido equivale a seis meses de dichos insumos.

d. *Inversión inicial total.* El total calculado para la inversión inicial del proyecto asciende a Q 1,750,577 que incluye las inversiones en equipos, facilidades y capital de trabajo.

e. *Financiamiento de la inversión.* El monto total de inversión del proyecto se puede financiar por medio de un préstamo bancario o capital de un grupo de personas para formar una sociedad. Para fines prácticos, se considera un préstamo bancario a una tasa de interés del 13% anual sobre saldo, a un plazo de 15 años. La tasa de interés esta basada en las tasas de mercado actuales en bancos privados.

Tabla 12
Estimación capital de trabajo

Rubro	Costo (Q)	Capital de trabajo	Supuesto
M. prima y m. empaque	912,971	304,324	4 meses de operación
Mano de obra directa	76,800	25,600	4 meses de operación
Combustible	79,819	26,606	4 meses de operación
Agua	2,019	673	4 meses de operación
Mantenimiento y energía	71,713	23,904	4 meses de operación
Sueldos y prestaciones	420,204	140,068	4 meses de operación
Papelería y útiles de oficina	17,800	5,933	4 meses de operación
Créditos	1,707,820	284,637	2 meses de crédito
Total	3,289,145	811,745	

Inversión Inicial **1,750,577**

2. **Ingresos.** Para determinar y proyectar los ingresos que generará la planta en quince años de operación se utiliza la producción estimada durante este periodo según datos de Tabla 8 (Estimados de producción y rendimientos) y el precio estimado de venta de la oleorresina de pimienta. Para el precio estimado se toma como base el precio internacional del producto menos un 5% como estrategia para colocación del producto. El precio internacional promedio para 1993 fue de USD\$28.82 por libra que equivalen a USD\$63.40 por kilogramo, por lo tanto el precio base será de USD\$60.20 por kilogramo de oleorresina.

El precio de venta aumentará en función de la inflación estimada para los EEUU de 2.5% (Bureau of Labor Statistics), mientras que los ingresos para el proyecto en Quetzales aumentarán con la devaluación estimada del 5% anual (Banco de Guatemala, 1993).

En el **Cuadro 5** se detallan los ingresos anuales de los primeros 5 años del proyecto.

Cuadro 5
Ingresos proyectados para los primeros 5 años

	Base	Años					
		0	1	2	3	4	5
PROYECCION DE INGRESOS							
Pimienta Negra (TM)	650		488	520	585	650	650
Capacidad Utilizada de Planta			75%	80%	90%	100%	100%
Rendimiento de Extracción	1.4%		75%	80%	85%	90%	95%
Oleorresina (TM)	9.2		5.2	5.9	7.0	8.2	8.7
Oleorresina (kg)	9,161		5,153	5,863	7,008	8,245	8,703
Precio de Venta (\$ / kg)	60.2		60.2	61.7	63.3	64.9	66.5
Inflación Anual EEUU	2.5%						
Tasa de Cambio	5.24		5.50	5.78	6.07	6.37	6.69
Devaluación Anual	5%						
Precio de Venta (Q / kg)	316		331	357	384	413	445
Ingresos por Ventas			1,707,820	2,091,282	2,690,340	3,406,446	3,869,864

Fuente: Modelo de cálculo realizado para evaluar financieramente el proyecto.

3. Egresos.

a. *Costos de producción.* Los costos estimados a los cuales se adquirirá la materia prima y otros materiales usados directamente para la producción de oleorresina se detallan en la **Tabla 13**.

Tabla 13

Costos de materia prima y otros materiales

Material	Unidad	Costo (Q)
Pimienta negra	TM	1,760
Éter de petróleo	gal	41
Bolsas polipropileno alta densidad de 1kg	Millar	500
Cajas madera p/20kg	Unidad	9

A partir de éstos se proyectan los años subsiguientes considerando un incremento del 5% anual en los precios por unidad que corresponde a la inflación esperada (Banco de Guatemala, 1993).

En el **Cuadro 6** se detallan las proyecciones de los costos de producción para los primeros 5 años del proyecto.

Cuadro 6

Costos de producción proyectados para los primeros 5 años

Inflación (anual)	5%	Años					
		0	1	2	3	4	5
PROYECCION DE COSTOS DE PRODUCCION							
Pimienta Negra							
Costo Unitario (Q/TM)	1,760		1,848	1,940	2,037	2,139	2,246
Sub-Total			901,530	1,009,714	1,192,724	1,391,512	1,461,087
Éter							
Costo Unitario (Q/gal)	30		32	33	35	36	38
Volumen Requerido (gal)	41 gal/100 lb		200	213	240	267	267
Sub-Total			6,300	7,057	8,336	9,725	10,211
Bolsas de 1 kg							
Costo Unitario (Q/millar)	500		525	551	579	608	638
Cantidad Requerida (millar)			5.2	5.9	7.0	8.2	8.7
Sub-Total			2,705	3,232	4,057	5,011	5,554
Cajas de 20 kg							
Costo Unitario (Q/unidad)	9.00		9.45	9.92	10.42	10.94	11.49
Cantidad Requerida (millar)			258	293	350	412	435
Sub-Total			2,435	2,909	3,651	4,510	4,999
Costo del Producto			912,971	1,022,911	1,208,767	1,410,757	1,481,851
Margen Bruto			794,849	1,068,371	1,481,573	1,995,688	2,388,014
Margen Bruto Unitario (Q / kg)			154.24	182.21	211.40	242.04	274.38
Margen Bruto %			47%	51%	55%	59%	62%

b. *Gastos de administración, ventas y otros.*

(1) Salarios. Se considera que la planta de producción debe incorporar el total de su personal desde el inicio de sus operaciones, debido a que es indispensable que el personal adquiera capacitación y entrenamiento para aumentar la eficiencia con el aumento de producción. Además, la incorporación de nuevos trabajadores es siempre problemática y distrae las funciones normales del personal establecido.

El proyecto funcionará satisfactoriamente de acuerdo al número de personas y responsabilidades asignadas en el **Cuadro 4**. Con base en este cuadro, se detallan los salarios por personal en la **Tabla 14**.

Tabla 14
Salarios y prestaciones

Rubro	Número empleados	Salario mensual	Mensual total	Salario anual	Prestaciones anuales	Pasivo laboral	Total MO
Mano de obra directa							
Operarios	8	800	6,400	76,800	6,400	9,216	92,416
Sub-total				76,800	6,400	9,216	92,416
Mano de obra indirecta							
Gerente	1	8,000	8,000	96,000	8,000	11,520	115,520
Supervisor de producción	1	6,000	6,000	72,000	6,000	8,640	86,640
Supervisor de mantenimiento	1	6,000	6,000	72,000	6,000	8,640	86,640
Laboratorista	1	3,000	3,000	36,000	3,000	4,320	43,320
Secretaria	1	1,500	1,500	18,000	1,500	2,160	21,660
Contador	1	1,500	1,500	18,000	1,500	2,160	21,660
Bodeguero	1	1,500	1,500	18,000	1,500	2,160	21,660
Guardián	1	800	800	9,600	800	1,152	11,552
Mensajero	1	800	800	9,600	800	1,152	11,552
Subtotal				349,200	29,100	41,904	420,204
Total				426,000	35,500	51,120	512,620

Para la proyección de estos gastos se considera un incremento anual del 10% en línea con los aumentos por inflación y por obtención de resultados que son otorgados por el mercado.

(2) Administrativos. Se estima un monto para cubrir gastos de viajes y útiles de oficina. Se proyecta un crecimiento del 5% anual en función de la inflación.

(3) Insumos varios. En este renglón se incluyen los gastos por consumo de combustibles, agua, energía y mantenimiento. Los precios unitarios de los primeros dos son:

Combustible (diesel)	Q4.30/galón
Agua	Q0.60/m ³

Los costos correspondientes al mantenimiento y energía pueden considerarse como un 5% del capital de trabajo (Perry, 25-51).

Para la proyección de estos gastos se considera un 12.5% de crecimiento anual para el combustible derivado de la dependencia del país de estos productos (producto importado en dólares) así como la volatilidad del precio internacional. Para el agua y el mantenimiento y la energía se considera un 5% de crecimiento anual en función de la inflación.

(4) Depreciación. El porcentaje de las depreciaciones y amortizaciones aplicadas son los siguientes en línea con las prácticas contables establecidas:

Rubro	Vida Útil	% de aplicación
Edificios	20	5
Maquinaria	10	10
Instalación	10	10
Mobiliario y equipo	5	30
Imprevistos	5	20

En el **Cuadro 7** se detalla la proyección de los gastos de ventas, administrativos y de insumos para el proyecto.

Cuadro 7

Gastos de operación proyectados para los primeros 5 años (miles de quetzales)

PROYECCION DE GASTOS DE OPERACIÓN			0	1	2	3	4	5
Salarios	10%							
Salario Nominal	426,000		426,000	468,600	515,460	567,006	623,707	
Prestaciones	8.30%		35,358	38,894	42,783	47,061	51,768	
Pasivo Laboral	12%		51,120	56,232	61,855	68,041	74,845	
Sub-Total Salarios			512,478	563,726	620,098	682,108	750,319	
Administrativos	5%							
Viajes	13800		13,800	14,490	15,215	15,975	16,774	
Útiles de Oficina	4000		4,000	4,200	4,410	4,631	4,862	
Sub-Total			17,800	18,690	19,625	20,606	21,636	
Depreciación	Inversión	Vida útil						
Maquinaria y Equipo	618,832		61,883	61,883	61,883	61,883	61,883	
Edificios y Terreno	270,000		13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	
Mobiliario y Equipo	50,000		10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	
Sub-Total	938,832		85,383	85,383	85,383	85,383	85,383	
Combustible	12.5%							
Costo Unitario (Q/gal)	4.3		4.84	5.44	6.12	6.89	7.75	
Consumo (gal)	75 gal/día		16,500	16,500	16,500	16,500	16,500	
Sub-Total			79,819	89,796	101,021	113,648	127,854	
Agua	5%							
Costo Unitario (Q/m3)	0.60		0.65	0.68	0.72	0.75	0.79	
Consumo (m3)	14.1 m3/día		3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	
Sub-Total			2,019	2,119	2,225	2,337	2,454	
Mantenimiento y Energía	5%							
Capital de Trabajo	10% Capital de Trabajo							
Capital de Trabajo	811,745							
Sub-Total			81,175	85,233	89,495	93,970	98,668	
Total Gastos de Operación			778,673	844,948	917,847	998,052	1,086,314	

Los datos proyectados para el estado de resultados y flujos de caja para los 15 años de valuación del proyecto son mostrados en el **Anexo 4**.

4. Rentabilidad del Proyecto

a. *Utilidades*. Las utilidades se obtienen a partir de restar los egresos de los ingresos para obtener la utilidad antes de intereses e impuestos (UAI).

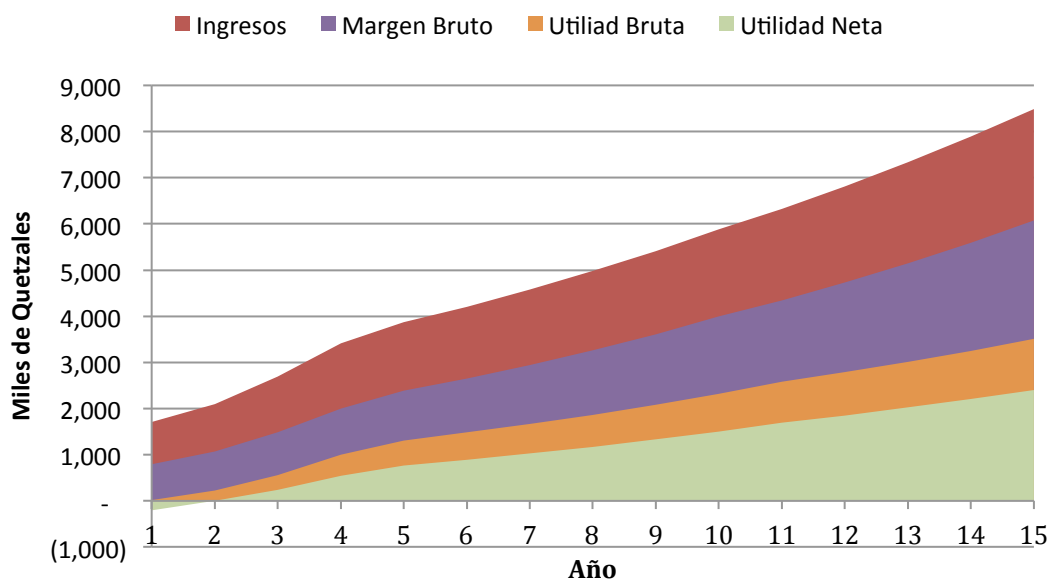
Los intereses se calculan aplicando la tasa de interés del préstamo a la cantidad prestada. Al restar éstos a la UAI, se obtiene la utilidad antes de impuestos (UAI), a la cual se le aplica la tasa impositiva del 31% para obtener así la utilidad después de impuestos. Las utilidades en el primer año son negativas derivado de los bajos ingresos y altos costos fijos.

Sin embargo a partir del año 2 empiezan a incrementarse conforme los ingresos sobrepasan los costos fijos.

En la **Gráfica 3** se ilustran los ingresos y egresos hasta llegar a las utilidades netas del proyecto.

Gráfica 3

Ingresos, margen bruto y utilidades



b. *Flujos de Caja Libre, VPN y TIR.* Para medir la rentabilidad del proyecto no se parte de las utilidades netas generadas sino se debe partir de la capacidad de éste de generar flujos de efectivo, en vista que los mismos representan los montos que están disponibles para los proveedores de capital de la empresa una vez se hayan cubierto todos los costos y gastos operativos, incluyendo impuestos, así como las necesidades de inversión en capital de trabajo y activos fijos (Horwitz, 1980).

Por lo tanto, a las utilidades habrá que sumar las depreciaciones y amortizaciones en vista que son gastos contables (no son reales) que constituyen parte del efectivo generado por el proyecto. Estos flujos de efectivo son descontados a una tasa que representa el costo del capital invertido en el proyecto, para este caso se utilizó 20% para cubrir los riesgos de la inversión. Para obtener el valor presente neto se deben sumar estos flujos descontados a la tasa indicada y restarle la inversión inicial. El VPN del proyecto es mayor que cero, lo que indica que los

flujos descontados generados por el proyecto son mayores que la inversión inicial (al día de hoy).

El VPN del proyecto es positivo: Q1,439,934, lo que indica que el proyecto es rentable. La tasa interna de retorno es aquella tasa de descuento a la cual el VPN se hace 0. Si con una tasa de descuento del 20% el VPN es mayor que cero, entonces la TIR debe ser mayor para que los flujos descontados sean igual a cero. El valor encontrado es de 29%, 9% por encima de la tasa de rendimiento de capital esperada confirmándose la rentabilidad del proyecto.

En la **Tabla 15** se muestran los resultados de rentabilidad del proyecto incluyendo los % de margen bruto, % de margen neto, flujos de caja ajustados a valor presente para cada año a una tasa del 20% y a la tasa encontrada que da un VPN = 0 (TIR = 29.2%).

Tabla 15

Proyección de utilidades, márgenes, flujos de caja, VPN y TIR

Año	Utilidades				Flujos de caja	VPN		TIR	
	Utilidad bruta	Margen bruto	Utilidad neta	Margen neto		Factor desc.	VPN	Factor desc.	VPN
0							(1,751)		(1,751)
1	795	47%	(211)	-12%	(126)	0.83	(105)	0.77	(98)
2	1,068	51%	1	0%	86	0.69	60	0.60	52
3	1,482	55%	240	9%	326	0.58	188	0.46	151
4	1,996	59%	545	16%	630	0.48	304	0.36	226
5	2,388	62%	760	20%	845	0.40	340	0.28	235
6	2,653	63%	889	21%	964	0.33	323	0.21	207
7	2,943	64%	1,022	22%	1,098	0.28	306	0.17	183
8	3,261	66%	1,169	23%	1,244	0.23	289	0.13	160
9	3,609	67%	1,329	25%	1,404	0.19	272	0.10	140
10	3,990	68%	1,503	26%	1,579	0.16	255	0.08	122
11	4,344	69%	1,693	27%	1,707	0.13	230	0.06	102
12	4,728	69%	1,851	27%	1,865	0.11	209	0.05	86
13	5,143	70%	2,021	28%	2,034	0.09	190	0.04	73
14	5,592	71%	2,202	28%	2,216	0.08	173	0.03	61
15	6,079	72%	2,397	28%	2,410	0.06	156	0.02	52
						Tasa	VPN	Tasa	VPN
						20.0%	1,440	29.2%	0

Datos en miles de quetzales.

En el **Cuadro 8** se presentan las proyecciones realizadas para las utilidades y los flujos de caja del proyecto para los primeros 5 años.

Cuadro 8.

Proyección de utilidades y flujos de caja para los primeros 5 años

Base	Años						
	0	1	2	3	4	5	
PROYECCION DE GANANCIAS Y FLUJO DE CAJA							
Ingresos por Ventas		1,707,820	2,091,282	2,690,340	3,406,446	3,869,864	
Costo del Producto		912,971	1,022,911	1,208,767	1,410,757	1,481,851	
Margen Bruto		794,849	1,068,371	1,481,573	1,995,688	2,388,014	
Margen Bruto Unitario (Q / kg)		154.24	182.21	211.40	242.04	274.38	
Margen Bruto %		47%	51%	55%	59%	62%	
Total Gastos de Operación		778,673	844,948	917,847	998,052	1,086,314	
Utilidad antes de Impuestos e Interés		16,176	223,423	563,726	997,637	1,301,699	
Intereses							
Monto de Préstamo Inicial	1,750,577						
Tasa de Interés	13%						
Total Intereses		(227,575)	(221,944)	(215,582)	(208,392)	(200,268)	
Utilidad después de intereses		(211,399)	1,479	348,144	789,244	1,101,432	
Impuestos	31%	-	(458)	(107,925)	(244,666)	(341,444)	
Utilidad después de impuestos e intereses		(211,399)	1,020	240,220	544,579	759,988	
		-12.4%	0.0%	8.9%	16.0%	19.6%	
Flujo de Caja		(1,750,577)	(126,016)	86,403	325,603	629,962	845,371
Tasa de Descuento de NPV	20%						
NPV		1,439,934.59					
TIR		29.2%					

Datos en miles de quetzales.

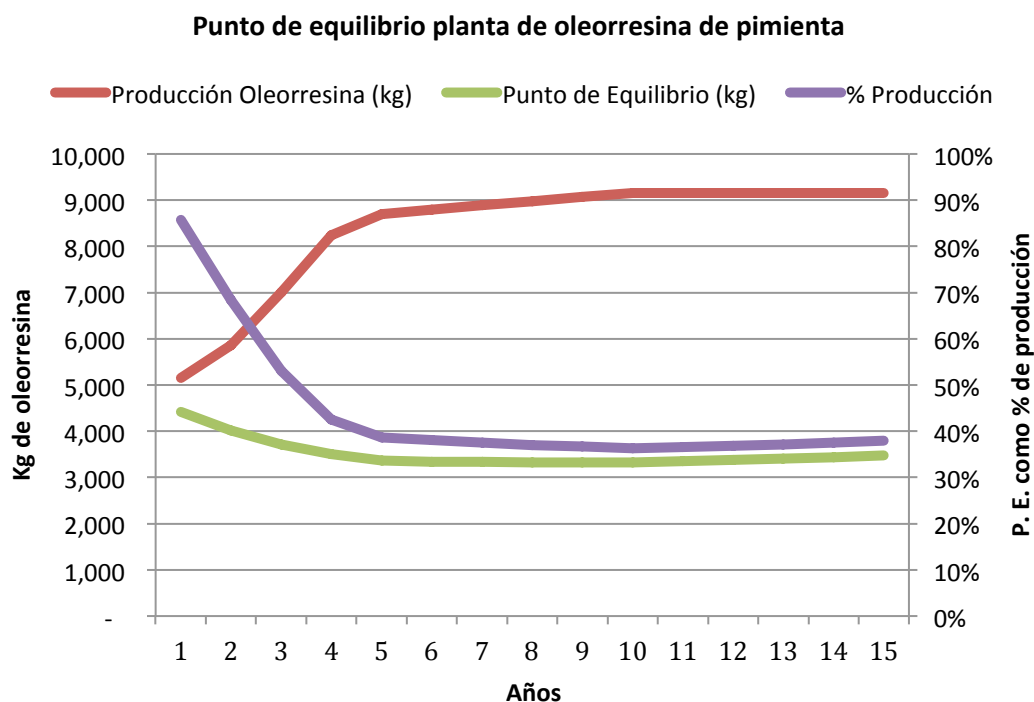
c. *Punto de Equilibrio.* El punto de equilibrio corresponde a la producción necesaria de oleorresina que se tienen que vender para poder cubrir los costos fijos y así no generar pérdidas en la operación.

Los resultados se ilustran en la **Gráfica 4**, donde se puede apreciar que el punto de equilibrio de la planta siempre está por debajo del nivel de producción proyectado. Esto se refleja en el índice de “Precio de Venta / Costos Fijos”, siendo 36% para el primer año y cayendo constantemente hasta 25% en año 15. Esto

confirma que el apalancamiento operativo de la planta es bajo en relación a los precios de venta.

En el **Anexo 5** se describe el procedimiento para estos cálculos.

Gráfica 4



d. *Análisis de Sensibilidad.* Con este análisis se pretende estimar los resultados económicos del proyecto cuando algunas variables asumidas que no están bajo el control de la operación cambian y pueden volver el proyecto inviable (se mide la incertidumbre). Para este caso se consideran los siguientes escenarios:

- (1) Aumento de la Inflación de 5% a 10% (aumento de costos).
- (2) No se da crecimiento en el precio de venta y se mantiene el mismo nivel asumido de costos.
- (3) Caída en la utilización de la planta como resultado de bajas ventas a partir del año 4 (reducción de 10%)

Los resultados del análisis de sensibilidad se muestran en las **Tablas 16, 17 y 18**, donde se puede apreciar que el escenario más drástico y que altera los resultados haciendo el proyecto no viable es el primero. La rentabilidad del proyecto decrece considerablemente, se mantienen márgenes brutos del orden del 45% (vs. 65%) pero

los márgenes netos caen al 7% (vs. 25%). El VPN es negativo (descontado al 20%) y la TIR es de 16%.

Los otros dos escenarios aunque la rentabilidad se ve reducida, el VPN es positivo y la TIR > 20%.

Tabla 16
Análisis de sensibilidad
ESCENARIO 1: INFLACIÓN DEL 5% AL 10%

Año	Utilidades				Flujos de caja	VPN		TIR	
	Utilidad bruta	Margen bruto	Utilidad neta	Margen neto		Factor desc.	VPN	Factor desc.	VPN
0							(1,766)		(1,766)
1	751	44%	(262)	-15%	(177)	0.83	(147)	0.86	(152)
2	969	46%	(115)	-5%	(29)	0.69	(20)	0.74	(22)
3	1,301	48%	96	4%	182	0.58	105	0.64	117
4	1,707	50%	317	9%	403	0.48	194	0.55	223
5	2,000	52%	453	12%	538	0.40	216	0.48	257
6	2,152	51%	490	12%	566	0.33	189	0.41	233
7	2,314	51%	520	11%	595	0.28	166	0.35	211
8	2,487	50%	547	11%	622	0.23	145	0.31	190
9	2,672	49%	571	11%	646	0.19	125	0.26	170
10	2,870	49%	591	10%	667	0.16	108	0.23	152
11	3,017	48%	606	10%	619	0.13	83	0.20	121
12	3,168	46%	564	8%	578	0.11	65	0.17	98
13	3,323	45%	508	7%	521	0.09	49	0.15	76
14	3,481	44%	433	5%	447	0.08	35	0.13	56
15	3,642	43%	337	4%	351	0.06	23	0.11	38
						Tasa	VPN	Tasa	VPN
						20.0%	(431)	16.0%	0

Datos en miles de quetzales.

Tabla 17

Análisis de sensibilidad

ESCENARIO 2: PRECIO DE VENTA SIN CRECIMIENTO

Año	Utilidades				Flujos de caja	VPN		TIR	
	Utilidad bruta	Margen bruto	Utilidad neta	Margen neto		Factor desc.	VPN	Factor desc.	VPN
0							(1,750)		(1,750)
1	795	47%	(209)	-12%	(124)	0.83	(103)	0.83	(103)
2	1,017	50%	(45)	-2%	40	0.69	28	0.69	28
3	1,352	53%	155	6%	241	0.58	139	0.58	139
4	1,752	55%	384	12%	469	0.48	226	0.48	225
5	2,024	58%	518	15%	604	0.40	243	0.40	242
6	2,164	58%	564	15%	640	0.33	214	0.33	213
7	2,313	59%	604	15%	679	0.28	190	0.28	188
8	2,471	59%	644	15%	720	0.23	167	0.23	166
9	2,639	59%	685	15%	761	0.19	147	0.19	146
10	2,818	60%	727	15%	802	0.16	130	0.16	128
11	2,959	60%	777	16%	790	0.13	106	0.13	105
12	3,107	60%	781	15%	794	0.11	89	0.11	88
13	3,262	60%	780	14%	794	0.09	74	0.09	73
14	3,425	60%	776	14%	789	0.08	61	0.08	61
15	3,597	60%	766	13%	779	0.06	51	0.06	50
						Tasa	VPN	Tasa	VPN
						20.0%	12	20.1%	0

Datos en miles de quetzales.

Tabla 18

Análisis de sensibilidad

**ESCENARIO 3: REDUCCIÓN DE 10% EN LA UTILIZACIÓN DE LA PLANTA A PARTIR
DEL 4 AÑO**

Año	Utilidades				Flujos de caja	VPN		TIR	
	Utilidad bruta	Margen bruto	Utilidad neta	Margen neto		Factor desc.	VPN	Factor desc.	VPN
0							(1,751)		(1,751)
1	795	47%	(211)	-12%	(126)	0.83	(105)	0.79	(100)
2	1,068	51%	1	0%	86	0.69	60	0.63	54
3	1,482	55%	240	9%	326	0.58	188	0.50	163
4	1,796	59%	407	13%	492	0.48	237	0.40	195
5	2,149	62%	595	17%	681	0.40	274	0.31	214
6	2,387	63%	706	19%	781	0.33	262	0.25	195
7	2,649	64%	819	20%	895	0.28	250	0.20	177
8	2,935	66%	944	21%	1,019	0.23	237	0.16	160
9	3,248	67%	1,079	22%	1,155	0.19	224	0.12	144
10	3,591	68%	1,228	23%	1,303	0.16	210	0.10	129
11	3,910	69%	1,393	24%	1,407	0.13	189	0.08	110
12	4,255	69%	1,525	25%	1,538	0.11	173	0.06	96
13	4,628	70%	1,666	25%	1,679	0.09	157	0.05	83
14	5,033	71%	1,816	26%	1,830	0.08	143	0.04	71
15	5,471	72%	1,977	26%	1,991	0.06	129	0.03	62
						Tasa	VPN	Tasa	VPN
						20.0%	877	26.1%	0

Datos en miles de quetzales.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El mercado de la oleoresina es relativamente nuevo y es explotado básicamente por países asiáticos, que poseen las condiciones agronómicas para la obtención de la materia prima (de Latinoamérica sólo Brasil presenta estadísticas de producción). Se determinó la realización de este proyecto debido a que nuestro país posee todo lo que se requiere para la obtención de la pimienta negra, así como de otras plantas adecuadas para su transformación en productos de más alto precio y rentabilidad. La información encontrada del estudio de mercado señalaba a los Estados Unidos como el mercado para el proyecto, debido a que es el país con más consumo y a la vez, se encuentra geográficamente más cerca que los países de tradición en estas importaciones. El punto de partida era aprovechar estas ventajas para ofrecer un precio competitivo y mejores tiempos de entrega inclusive en menores cantidades como estrategia de penetración del producto en el mercado. Los resultados del proyecto tienen alta dependencia de los niveles de penetración que se consigan en el mercado de exportación, en vista que el mercado local o regional se estima que no representaría el consumo requerido por tratarse de un producto de alto precio y muy especializado.

Relativo al costo competitivo, los márgenes brutos estimados son del orden del 65% en promedio confirmando que efectivamente se consigue procesar un producto de bajo costo en el mercado local como es el caso de la pimienta negra, para convertirlo en uno especializado de mucho mayor precio en el mercado. A pesar de que no se tienen datos para poder hacer comparaciones, los gastos de producción se pueden considerar adecuados en vista que el margen neto se mantiene en un rango del 20% al 27% presagiando un nivel alto de rentabilidad. Además, contribuye el hecho que el proceso fue adaptado con equipo moderno y más eficiente que el recomendado en la literatura. Se utiliza un equipo de lixiviación, cotizado directamente en el exterior y recomendado para el proceso y capacidad proyectada. Las otras etapas del proceso requieren el uso de equipo convencional y de fácil obtención en el mercado, exceptuando aquellos equipos de acción eléctrica. Debido a que el solvente manejado es volátil, clasificado Clase IIIA (NFPA, 1990), se requiere del uso de equipo a prueba de explosión para evitar que se produzcan incendios al activar los interruptores por la presencia de vapores en el ambiente. Esto colabora con el aumento en los costos, ya que regularmente cuestan 1.5 más que los

convencionales. Otro factor que pudiera mejorarse es la pérdida de solvente en la operación, el solvente sería reutilizado sin pérdida o aumento de costos significativos.

La obtención de la materia prima es bastante factible, ya que en el proceso se utiliza aquella que representa la pérdida de la cosecha y que no puede ser comercializada a buen precio por los productores. Incluso, se podría considerar una disminución en el costo de obtención, aunque por razones de precaución con los costos, no se tomó en cuenta este aspecto. El proyecto no considera un aumento en la capacidad instalada de la planta, aunque pudiera darse si el mercado así lo requiera, en vista que únicamente se está considerando la materia prima disponible en la región de la ubicación de la planta, pudiendo acceder entonces a otras regiones del país para abastecer este requerimiento adicional si fuera necesario.

Los resultados de las evaluaciones económicas indican que se requieren casi Q1.8Millones para poder realizar el proyecto, y que dicha inversión se recupera con los flujos de efectivo que se generan aplicando una tasa de descuento o de costo de capital del 20%, la cual representa los riesgos que una inversión de este tipo conlleva. Es importante mencionar que la tasa activa del mercado es del 13%, por lo que 7 puntos por encima es una buena brecha para hacer atractiva la inversión y compensar el riesgo.

El VPN descontado al 20% es positivo mientras que la tasa interna de retorno es del orden del 29%, ambos resultados se conjugan para preliminarmente concluir que el proyecto es factible desde este punto de vista, sin embargo es importante considerar los resultados obtenidos por medio de los escenarios de sensibilidad, los cuales infieren que un aumento en la inflación del país, que redundaría en un aumento de los costos de producción, traería consigo una caída importante en rentabilidad del proyecto, a niveles del 16% en la tasa interna de retorno. Aunque no representa pérdida económica, la posibilidad de un escenario de este tipo no deja de ser factible y debe ser tomada en consideración a pesar de que el país está en proceso de estabilización macro-económica y los niveles proyectados no infieren inflaciones más allá del 5%.

En definitiva el proyecto cumple con la finalidad de crear un mercado para la venta de la pimienta negra y que propicie su cultivo y beneficie a los productores, sin embargo la penetración en el mercado de exportación para la venta del producto procesado (oleorresina) es el factor de mayor incertidumbre y que más pudiera afectar los indicadores que sugieren o no la inversión. Para proteger al máximo

cualquier inversión, se deben postular los criterios más conservadores, de tal forma que se eviten supuestos resultados que pudieran no ser representativos de lo que realmente se pretende alcanzar, desde el punto de vista de beneficio económico del inversionista propio y para la sociedad.

VII. CONCLUSIONES

- A. Existen las condiciones para obtener a precios competitivos la pimienta negra en el país y utilizarla como materia prima para la producción de un producto de mayor valor y precio. Dicho proceso es factible a costos competitivos que permitirán acceder a los mercados de exportación como Estados Unidos vía una estrategia de precio y ventaja logística apoyada en la cercanía con dicho mercado (objetivo).
- B. Después de hacer el análisis económico del proyecto, se concluye que es económicamente factible construir y operar una planta para la producción de oleorresinas de pimienta, bajo las condiciones especificadas en este estudio. Esta conclusión está basada en el análisis económico realizado y en los supuestos usados para las proyecciones de los flujos de caja. En el caso base se requiere invertir Q1.8Millones los que son recuperados y contribuyen a generar un valor presente neto igual a Q1.4Millones a una tasa de riesgo del 20%. La tasa interna de retorno es del 29.2%.
- C. Cuando se tiene un aumento en la inflación que consecuentemente repercute en un aumento en los costos de producción, el valor presente neto del proyecto resulta ser negativo a una tasa de riesgo del 20%, mientras la tasa interna de retorno se reduce al 16%. Se considera que este escenario tiene una probabilidad media a baja por lo que se sigue manteniendo la conclusión de la factibilidad del proyecto.
- D. La inversión inicial es recuperada en los primeros cinco años del proyecto.
- E. El punto de equilibrio a través de los años del proyecto siempre esta por debajo de la estimación de producción, esto como reflejo del bajo apalancamiento operativo que tiene el proyecto, ya que los costos fijos sólo representan el 26% de los ingresos por ventas. A esto se debe que aunque se considere una reducción en los ingresos por ventas a partir del año 4, el proyecto siga siendo económicamente viable.

VIII. RECOMENDACIONES

A. Diversificar: Efectuar un estudio de mercado más profundo, que involucre la posibilidad de producir en la misma planta, con el mismo equipo, otro producto de las mismas características (como la oleorresina de p  prika). Con esto se podr  a obtener un mercado más grande que permita soportar, desde el punto de vista económico, cambios inesperados en las proyecciones de ventas de uno de los productos. Siendo este el caso, se tendrá que considerar inversión adicional para la compra de equipo que permita aumentar la capacidad instalada de la planta.

B. Profundizar más en los costos de producción de los países con tradición de producción de oleorresinas (India o Singapur) para utilizarlos como referencia y mejora de los procesos descritos en este estudio.

C. Considerando el punto de equilibrio encontrado para el proyecto del 40% (como % del total de producción estimado), se respalda aun más la posibilidad de que el proyecto llegue arrojar resultados económicos esperados y más estables con la inclusión al proceso de otra materia prima (p  prika), utilizando el mismo equipo y aprovechando el ciclo de cosecha, no coincidente, de ambas.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Adam, E. *Administración de la Producción y las Operaciones*. México.
1991 Editorial Prentice-Hall
2. Asociación de Productores de Aceites Esenciales. Guatemala.
3. Banco de Guatemala. *Estadísticas de Productos Agrícolas, 1972-90*.
1992 Guatemala
4. CEPAL. *Reconvención Industrial en Centro América*. Guatemala.
1990 CEDIME
5. DIGESA. *Estudio de Mercado, Técnico y financiero de la Pimienta Negra*.
1990 Guatemala 75pp
6. García, H. *Esencias Naturales*. España. Aguilar, S.A. De Ediciones Madrid.
1972 Ediciones Madrid.
7. GATT/UNCTAD. *Aceites Esenciales y Oleorresinas*. Ginebra.
1992
8. GATT/UNCTAD. *Aceites Esenciales y Oleorresinas*. Ginebra.
1974
9. Guenther, E. *The Essentials Oils*. U.S.A. D. Van Nostrand Co. Inc.
1945 Volume I
10. Guenther, E. *Citrus Oils & their Methods of Extraction*.
1948 U.S.A. Food Packer. 29(10):33-35
11. Horwitz, B. *The Mathematics of discounted cash flow analysis*.
1980 Chemical Engineering. 94(5):169-174.
12. Jacques, M., and E. Blume. *Las plantas de Especies*. España.
1975 Editorial Reverte, S.A.
13. McCabe, W., and J. Smith. *Operaciones Básicas de Ingeniería Química*.
1981 España, Editorial Reverte, S.A. 498 pp.
14. McCabe, W., and Smith. *Unit Operations of Chemical Engineering*.
1965 México. McGraw-Hill Book Company. 945 pp.

15. McMaster-Carr. *Catalog 94*. Chicago, IL.
16. National Fire Protection Association. *Flammable and Combustible Liquids Code*.
1990 USA. 1990 Edition. 65 pp.
17. Navas, F. *Proyecto de Exportaciones Agrícolas No-tradicionales de Guatemala*.
1990 MAGA-ANDA. Guatemala.
18. Perry, R., and D. Green. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*.
1984 New York. McGraw-Hill Book Company.
19. Ramírez, O. *Producción Nacional y Mercado de Aceites Esenciales*.
1988 Guatemala. USAC. 66 pp.
20. *The Merck Index*. 12nd. ed. New Jersey. Merck & Co., Inc.
1989
21. USPADA. *Recopilación de Estadísticas Agropecuarias 80-90*.
1991 Guatemala. 84 pp.

ANEXO 1

Balances de masa y energía

1. Ecuación aplicada:

$$m_v H_v = (H_v - m_c) H_E - m_d H_d + m_c H_c \quad (\text{McCabe, 1981})$$

Donde:

m_v = flujo másico de vapor y condensado, kg/h

m_d = flujo másico de solución diluida, kg/h

m_c = flujo másico de solución concentrada, kg/h

H_v = Calor latente de condensación agua, kcal/kg

H_E = Calor latente de vaporización del solvente, kcal/kg

$H_d = C_{pd}(T_d - T_c)$

C_{pd} = Capacidad Calorífica de la sol diluida, kcal/kg°C

2. Evaporación parcial: De acuerdo a los datos del balance de masa y energía (ver siguiente página), los valores determinados para esta etapa son los siguientes:

$$\text{Alimentación} = 98.8 \text{ kg solv}/1.2 \text{ kg Oleo} = 82.3 \text{ kg solv}/\text{kg Oleo}$$

de igual forma se calculó para la salida de la solución concentrada y del solvente:

$$\text{Salida} = 13 \text{ kg solv}/\text{kg Oleo}$$

$$\text{Evaporación} = 69.3 \text{ kg solv}/\text{kg Oleo}$$

$$m_d = 25 \text{ gal}/\text{min} * 7 \text{ lb}/\text{gal} = 175 \text{ lb}/\text{gal} = 5000 \text{ kg}/\text{h}$$

$$m_s \text{ (flujo de vaporización del solvente)} = 69.3 * 5000 * 1.2/100$$

$$= 4158 \text{ kg solv}/\text{h}$$

$$m_c = 5000 - 4158 = 842 \text{ kg}/\text{h}$$

3. Consumo de vapor.

Se requieren los siguientes datos:

$H_E = 81 \text{ kcal}/\text{kg}$ (calculado en base a calores latentes de los principales componentes: hexano y pentano)

$T_d = \text{temp. de la solución de entrada} = 25^\circ\text{C}$

$T_c = \text{temp. sol. concentrada} = 60^\circ\text{C}$

$C_{pd} = 0.6 \text{ kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}$ (calculado en base a Cp's de hexano y pentano, calculados de Perry).

$H_{vc} = 252 \text{ kcal}/\text{kg}$ (Apéndice 6, McCabe).

despejando m_v de la ecuación anterior, y aplicando todos los valores se obtiene el consumo de vapor:

$$m_v = 329 \text{ kg/h}$$

asumiendo un coeficiente de transferencia de calor $U = 1000 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ (McCabe, tabla 16-1, 1981), la superficie de transferencia de calor A , se calcula por medio de

$$A = m_v \times H_v / (U \times (T_v - T_e))$$

$$T_v = \text{Temp ingreso del vapor} = 100^\circ\text{C}$$

$$T_e = \text{Temp salida del solvente} = 40^\circ\text{C}$$

entonces,

$$A = 2.87\text{m}^2$$

4. Evaporación al vacío. Se utiliza el mismo procedimiento de cálculo.

Se considera que la presión de vacío será de 140mmHg en el evaporador, por lo que la temperatura de ebullición del solvente disminuye a 35°C (The Merck Index, 1989).

Los resultados fueron los siguientes;

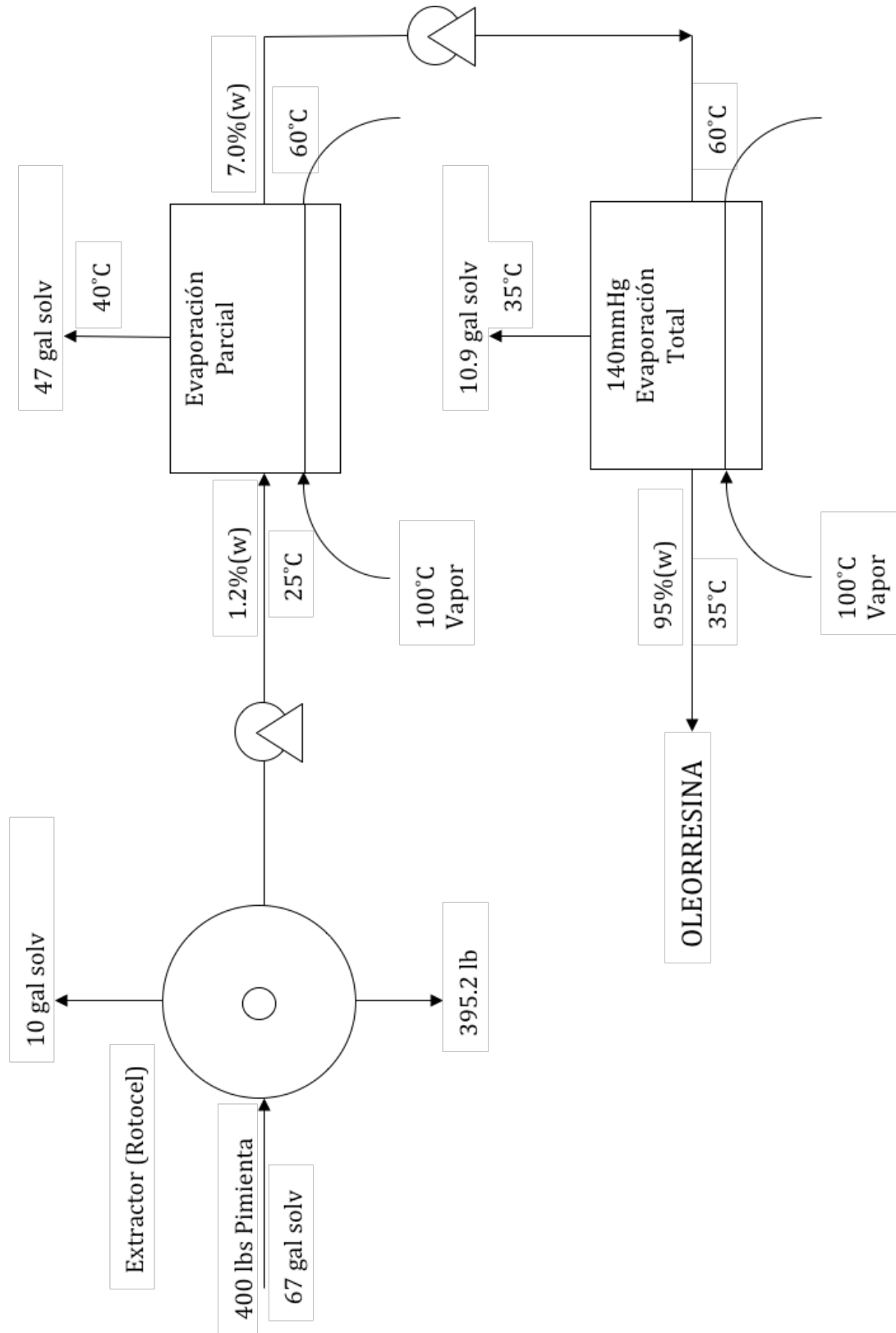
$$\text{Consumo de vapor} = 441 \text{ kg/h}$$

$$\text{Superficie de transferencia de calor} = 5.64 \text{ m}^2$$

5. Caldera. Se suman los consumos de vapor requeridos para los sistemas de evaporación, dando un total de 770 kg/h.

Según el fabricante de la caldera, York-Shipley, una caldera de 50hp genera 784 kg/h de vapor, a una eficiencia del 80%.

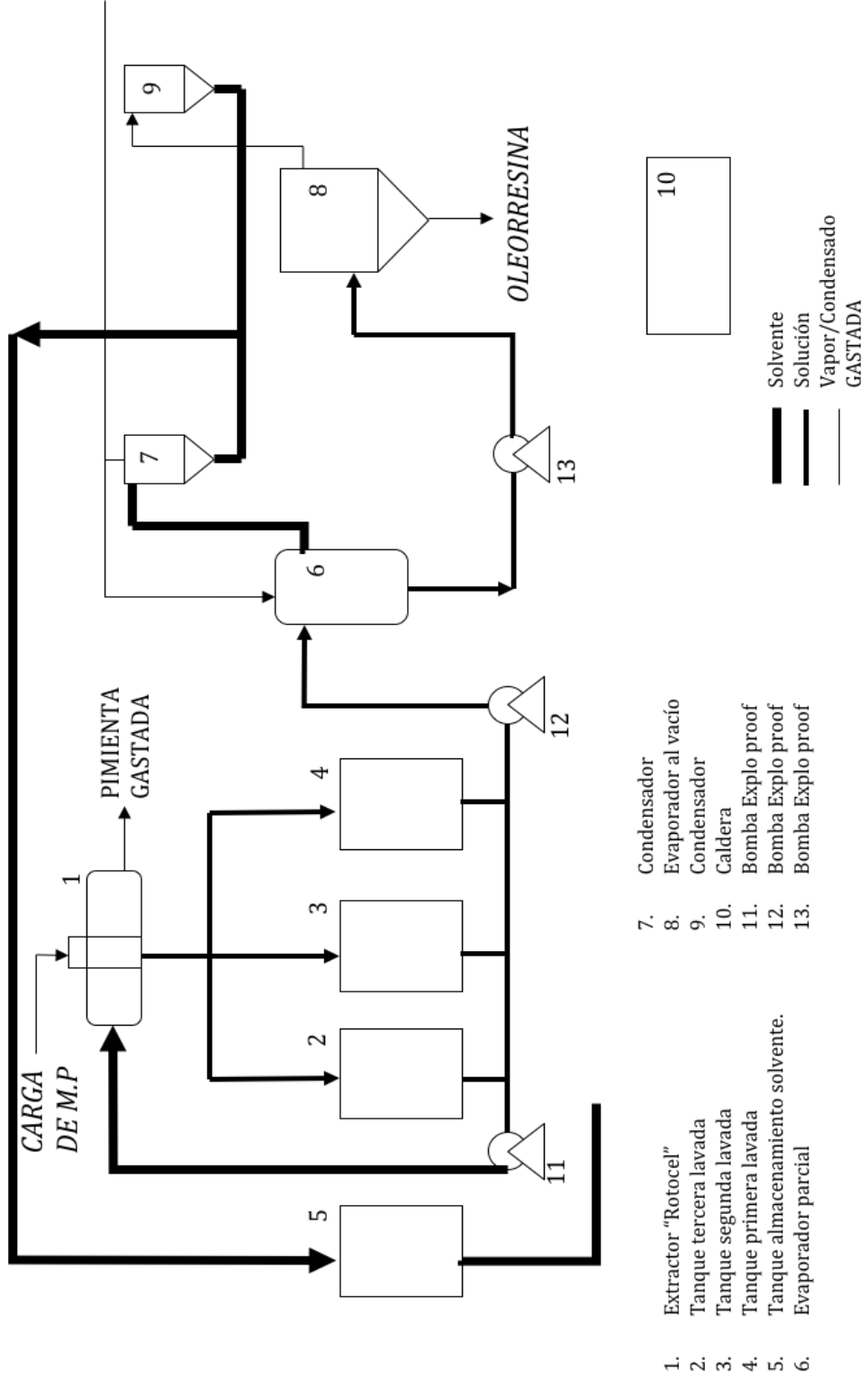
BALANCE DE MASA Y ENERGÍA



ANEXO 2

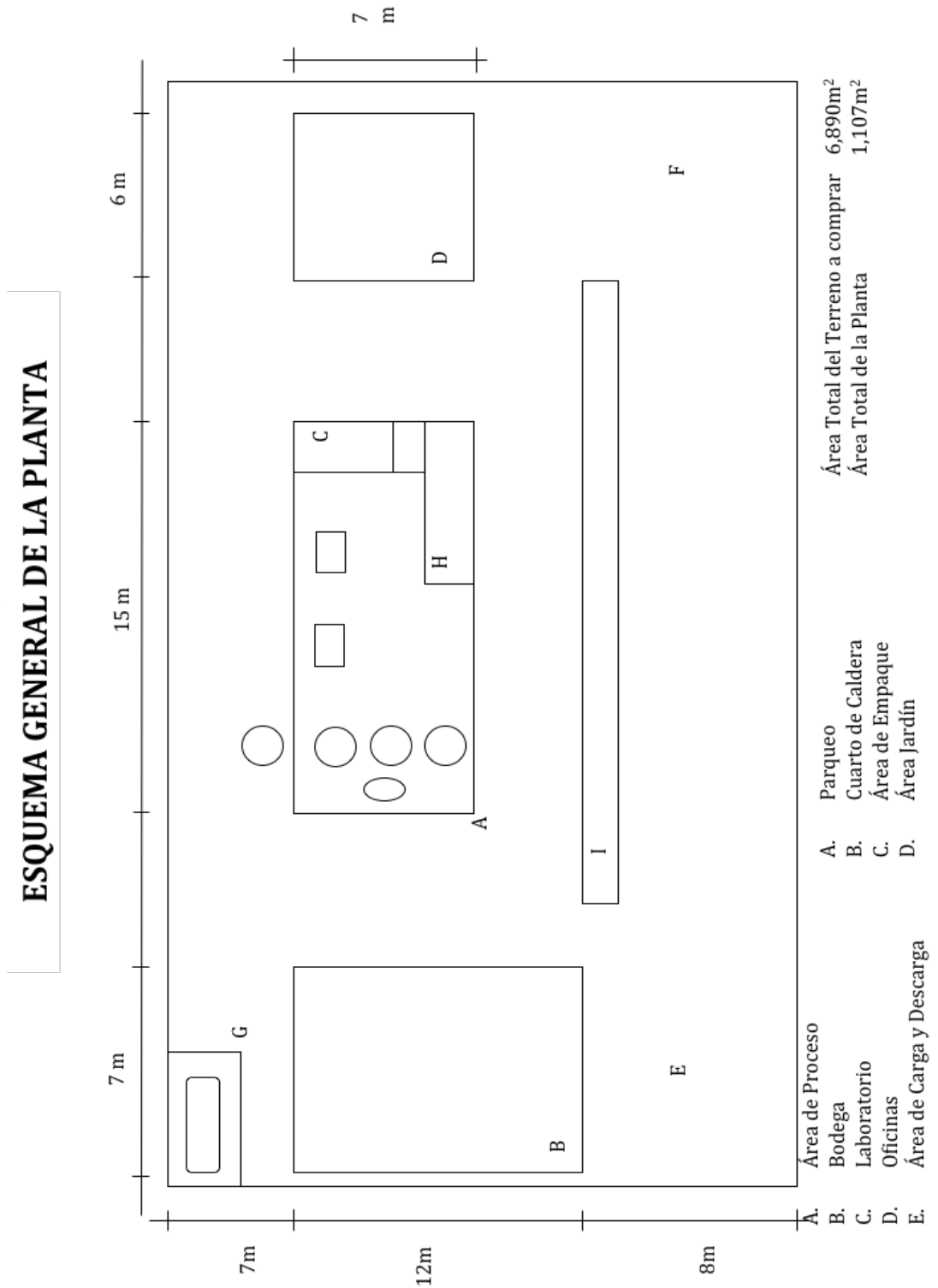
Diagrama de flujo del proceso de producción

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PLANTA DE PRODUCCION DE OLEORRESINA DE PIMIENTA



ANEXO 3

Esquema general de la planta



ANEXO 4

Proyección del estado de resultados y flujos de caja

	Años															
Base	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PROYECCION DE INGRESOS																
Pimienta Negra (TM)	488	520	585	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650
Capacidad Utilizada de Planta	75%	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Rendimiento de Extracción	75%	80%	85%	90%	95%	96%	97%	98%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Oleoresina (TM)	5.2	5.9	7.0	8.2	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
Oleoresina (kg)	9,161	5,863	7,008	8,245	8,703	8,795	8,886	8,978	9,070	9,161	9,161	9,161	9,161	9,161	9,161	9,161
Precio de Venta (\$ / kg)	60.2	61.7	63.3	64.9	66.5	68.1	69.9	71.6	73.4	75.2	77.1	79.0	81.0	83.0	85.1	85.1
Inflación Anual EEUU	2.5%															
Tasa de Cambio	5.50	5.78	6.07	6.37	6.69	7.02	7.37	7.74	8.13	8.54	8.96	9.41	9.88	10.37	10.89	10.89
Devaluación Anual	5%															
Precio de Venta (Q / kg)	331	357	384	413	445	479	515	554	597	642	691	744	800	861	927	927
Ingresos por Ventas	1,707,820	2,091,282	2,690,340	3,406,446	3,869,864	4,208,783	4,576,887	4,976,657	5,410,781	5,882,175	6,330,691	6,813,406	7,332,928	7,892,064	8,493,834	8,493,834
Años																
Inflación (anual)	5%															
PROYECCION DE COSTOS DE PRODUCCION																
Pimienta Negra	1,848	1,940	2,037	2,139	2,246	2,359	2,476	2,600	2,730	2,867	3,010	3,161	3,319	3,485	3,659	3,659
Costo Unitario (Q/TM)	1,760															
Sub-Total	901,530	1,009,714	1,193,724	1,391,512	1,461,087	1,534,141	1,610,849	1,691,391	1,775,961	1,864,759	1,957,996	2,055,896	2,158,691	2,266,626	2,379,957	2,379,957
Éter	32	33	35	36	38	40	42	44	47	49	51	54	57	59	62	62
Costo Unitario (Q/gal)	30															
Volumen Requerido (gal)	200	213	240	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267
Sub-Total	6,300	7,057	8,336	9,725	10,211	10,722	11,258	11,821	12,412	13,032	13,684	14,368	15,086	15,841	16,633	16,633
Bolsas de 1 kg	525	551	579	608	638	670	704	739	776	814	855	898	943	990	1,039	1,039
Costo Unitario (Q/millar)	500															
Cantidad Requerida (millar)	5.2	5.9	7.0	8.2	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
Sub-Total	2,705	3,232	4,057	5,011	5,554	5,893	6,252	6,632	7,035	7,461	7,834	8,226	8,638	9,069	9,523	9,523
Cajas de 20 kg	9.45	9.92	10.42	10.94	11.49	12.06	12.66	13.30	13.96	14.66	15.39	16.16	16.97	17.82	18.71	18.71
Costo Unitario (Q/Unidad)	9.00															
Cantidad Requerida (millar)	258	293	350	412	435	440	444	449	453	458	458	458	458	458	458	458
Sub-Total	2,435	2,909	3,651	4,510	4,999	5,304	5,627	5,969	6,332	6,715	7,051	7,404	7,774	8,162	8,571	8,571
Costo del Producto	912,971	1,022,911	1,208,767	1,410,757	1,481,851	1,556,060	1,633,985	1,715,813	1,801,739	1,891,967	1,986,566	2,085,894	2,190,189	2,299,698	2,414,683	2,414,683
Margen Bruto	794,849	1,068,371	1,481,573	1,995,688	2,388,014	2,652,723	2,942,902	3,260,844	3,609,042	3,990,208	4,344,125	4,727,512	5,142,739	5,592,366	6,079,151	6,079,151
Margen Bruto Unitario (Q / kg)	154.24	182.21	211.40	242.04	274.38	301.62	331.17	363.20	397.92	435.55	474.18	516.03	561.35	610.43	663.57	663.57
Margen Bruto %	47%	51%	55%	59%	62%	63%	64%	66%	67%	68%	69%	69%	70%	71%	72%	72%

ANEXO 5

Cálculo del punto de equilibrio

El punto de equilibrio fue calculado en base a la siguiente ecuación:

$$PE = CF / (PV - CV),$$

en donde

CF son los costos fijos

PV es el precio de venta

CV los costos variables.

Año	1	2	3	4	5	6
Oleoresina (kg)	5,153	5,863	7,008	8,245	8,703	8,795
Precio venta (Q/kg)	331.4	356.7	383.9	413.1	444.6	478.5
Costos fijos						
Salarios	512,478	563,726	620,098	682,108	750,319	825,351
Administrativos	17,800	18,690	19,625	20,606	21,636	22,718
Agua	2,019	2,119	2,225	2,337	2,454	2,576
Mant / energía	81,175	85,233	89,495	93,970	98,668	103,602
Total costos fijos	613,471	669,769	731,443	799,020	873,077	954,247
Costo fijo unitario	119.05	114.23	104.37	96.91	100.32	108.50
Costos variables						
Pimienta negra	901,530	1,009,714	1,192,724	1,391,512	1,461,087	1,534,141
Éter	6,300	7,057	8,336	9,725	10,211	10,722
Empaque	5,140	6,141	7,707	9,521	10,552	11,197
Combustible	79,819	89,796	101,021	113,648	127,854	143,836
Total costo variable	992,790	1,112,707	1,309,788	1,524,405	1,609,705	1,699,896
Costo variable unitario	192.7	189.8	186.9	184.9	185.0	193.3
P. equilibrio (kg oleoresina)						
P. equilibrio (kg oleoresina)	4,421	4,013	3,713	3,500	3,362	3,345
Relación CF / PV	36%	32%	27%	23%	23%	23%