

124
2ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

ESTUDIO ECONOMICO PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE ACEITE DE AGUACATE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A
ROBERTO PIÑON HOLT

MEXICO, D. F.

1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Jurado Asignado

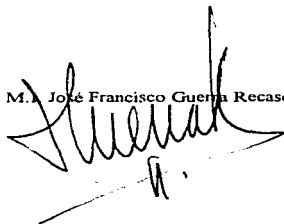
Presidente Prof. Padilla de Alba José Luis
Vocal Prof. Guerra Recasens José Francisco
Secretario Prof. Galdeano Bienzobas Federico
1er Suplente Prof. Rodriguez Rivera Fernando de Jesus
2do Suplente Prof. Torres Avila Carlos A.

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química de la UNAM

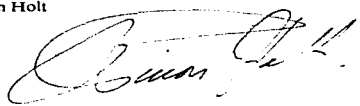
Asesor:

M. José Francisco Guerra Recasens

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Guerra Recasens', with a horizontal line underneath and a small 'A.' below it.

Sustentante:

Roberto Piñón Holt

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Roberto Piñón Holt', with a horizontal line underneath.

A mi familia y de forma muy especial, a mis padres.

A Cécile.

Agradecimientos

Al prof. José Francisco Guerra Recasens por su amable dirección.

Gracias al prof. José María García Saenz por la idea.

Al prof. Federico Galdeano Bienzobas por sus observaciones en la parte técnica.

A mi padre por sus meticulosas correcciones.

A Cecile Cadón Longoria por su ayuda, contribuciones y observaciones.

A Juan G. Betancourt, Juan Pablo Senosiain, Luis Galván, Ricardo Gonzalez Rosas, Juanjo Almaráz, Eduardo Martínez Roa y a los Hooligans, quienes no aportaron nada a esta tesis, pero igual agradezco su compañerismo.

A cualquier bendito que se anime a leer esta tesis y que pruebe que el trabajo no fue en vano, también se lo agradezco.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por la oportunidad de pertenecer a ella, honor del que no todos pueden presumir.

Índice

Introducción	1
La Agroindustria Mexicana como parte del Desarrollo	2
El Aceite de Aguacate	7
Objetivos	9
Descripción del Producto	10
Características del Aceite Aguacate	11
Descripción del Producto	14
Envasado	20
Tecnologías para el Proceso del Aguacate	22
Comparación de Tecnologías	25
Factores Técnicos	27
Materias Primas	30
Los Subproductos	35
Selección del Proceso	38
El Proceso de Extracción del Aceite de Aguacate	39
Descripción del Proceso	42
Refinación de las Grasas y Aceites	49
El Almacenamiento	50
Crecimiento	51
Balance de Materia	52
Especificación del Equipo	53
El Mercado	54
Especificación de los Productos de La Competencia	54
El Mercado Nacional	58
El Mercado Internacional	61
Productos substitutivos	64
Usos Nuevos y Futuros	64
Precios	65

Evaluación Técnico Económica	67
Los Estimados de Costos de la Planta y el Error que Implican	67
Evaluación del Capital Total de Inversión	67
Capital Requerido	72
Los Costos de Manufactura	74
Medidas de Rentabilidad	83
El Punto de Equilibrio	87
Factibilidad	89
La Viabilidad de Proyecto	93
Conclusiones	95
Factores que Afectan la rentabilidad del Proyecto	95
La Rentabilidad del Proyecto	96
Bibliografía	99

Introducción

México se ha reconocido a sí mismo como un país de grandes recursos humanos y naturales. No solo es uno de los países más grandes del mundo, sino que dentro de sus fronteras se encuentran extensiones de mar, selva y desiertos que ejemplifican la diversidad geográfica que subsiste en este país. Esta misma diversidad ha provocado que dentro de este territorio se encuentren tierras aptas para todo tipo de cultivos que van desde café, hasta el manzano. Además se explota petróleo, se extraen minerales del subsuelo y se pesca. En todo el mundo se conoce esta enorme diversidad que existe y el interés económico que se tiene en los diferentes sectores que beneficia. Sin embargo esta diversidad y riqueza es más conocida por los que viven en el país.

México sufre problemas de planeación que afectan a su infraestructura, distribución de la población y los recursos económicos. Todo esto resulta entre otras cosas de un bajo nivel educativo que tiene la gente, de un alto grado de corrupción de sus habitantes y gobierno entre muchos factores más.

Al pretender pasar rápidamente del tercer al primer mundo, el país se ha olvidado de tomar en cuenta muchas de sus alternativas. Tampoco entendió que se requería una inversión intensa no solo en erigir refinerías, sino en educar a la gente para que pudiera manejarlas, para administrarlas y decidir el futuro de los recursos. El crecimiento excesivo de la deuda pública y privada, externa e interna es en muchos aspectos resultado de esta mencionada falta de educación. Una mejor educación a todos los niveles permitiría tener una mejor cultura para manejar recursos, créditos y el crecimiento que tanto urge a la población.

Los esquemas que se pueden elaborar para mejorar esta situación son muy diversos pero para lograr uno eficiente, se deben tomar en cuenta las alternativas de desarrollo que se tienen dentro del territorio nacional. De todas las opciones que existen algunas son más factibles que otras. Entre ellas, la posibilidad de desarrollar una agroindustria fuerte y sólida, que bien, si no puede sacar al país de su pobreza, puede mejorar el nivel de vida de campesinos, en estados donde realmente se necesita de trabajo.

La agricultura Mexicana sufrió los efectos de la revolución, porque esta adoptó principios nobles pero utópicos. La idea de que la "propiedad de la tierra" de "quien la trabaja, es en principio un concepto erróneo. Como todas las actividades de la economía es necesario el trabajo, la inversión y la administración. De allí que el trabajo por si solo falle por carecer de una administración, planeación, inversión, desarrollo e implementación de tecnología, etc. Ninguna de estas, se puede considerar como prescindible dentro de una empresa, aún cuando se trate de un Ejido.

Las ideas de la producción subsistencial y subsidio sobre pérdidas también es un problema en términos de la búsqueda de una economía completa y sana. Podriase decir que este causa dependencia. En el campo, muchos campesinos viven en condiciones de pobreza extrema, en otros tantos alcanzan un nivel de subsistencia, el cual no les interesa superar por sus propios medios. Tampoco les preocupa como debiera, el riesgo de la pérdida de su producción agropecuaria, porque saben que en caso de pérdida total o parcial el gobierno intervendrá para solucionar los problemas de ese año. El campesino no está obligado a pensar en el impulso de su pequeña producción a largo plazo y entra en un círculo vicioso de baja productividad, baja satisfacción y pérdida de poder adquisitivo para la mejora de los ejidos

La Agricultura y Agroindustria Mexicana como parte del Desarrollo

Tradicionalmente la agricultura Mexicana ha sido considerada como uno de los sectores más débiles en la economía. Eso contribuye a muchos problemas que van desde la pobreza extrema, la migración campesinos a grandes ciudades como Guadalajara, Monterrey y México, hasta la migración de indocumentados a California, Florida y Texas en los Estados Unidos. La pobreza ha sido el motor que mueve a miles de personas a emigrar desde sus lugares de origen.

Las preguntas claves de estos problemas se refieren a la productividad del campo mexicano, a las responsabilidades de cada una de las partes involucradas para su productividad y los cambios que deben realizarse para lograr una estructura más eficiente.

Uno de los tantos factores que contribuyeron al virtual abandono del campo, fue el descuido del gobierno y de la inversión privada. El descuido se dio en parte por la falta de educación que se le ha proporcionado a la población rural. Ello impide que la gente se exponga, entienda y aplique las técnicas básicas de la agricultura. Por último la inversión privada se ha administrado mal. Pocos son los agricultores que pagaron con éxito sus deudas cuando tuvieron la oportunidad. La actitud desobligada de los agricultores ha provocado el desinterés del gobierno por seguir apoyando al agro. Al mismo tiempo es la falta de constancia del gobierno la que no termina con el círculo vicioso.

México como Productor de Materia Prima

Desde los libros de texto en la primaria, se enseña que México al igual que todos los países latinoamericanos, africanos y asiáticos fue colonia. Estas colonias dieron poder a los imperios de los cuales formaban parte por medio del abasto de materias primas. No importando si en un principio fueron el tabaco y los metales preciosos, más tarde fueron maderas preciosas y hule pero siempre fueron materias primas. En la actualidad se ha reconocido que es la mano de obra la que requieren las grandes compañías extranjeras para mejorar su competitividad. En el esfuerzo de escapar a su realidad y parecerse más a los países "Industrializados", México decidió Industrializarse por medio del Petróleo. Ahora si que esta industrializado en comparación con muchos de los países latinoamericanos, pero a cambio tiene una deuda externa que se considera por muchos como impagable. El problema no radica en si se debió invertir en la explotación del petróleo, pero el orientar todos los recursos materiales, capitales y humanos a la extracción y refinación de energéticos y materias primas para la petroquímica, ha provocado que se descuiden muchos sectores de gran importancia para el país. Peor aún, el gobierno no ha apoyado adecuadamente a sectores en momentos cruciales para su desarrollo tanto a nivel de producción como a nivel comercial. No debe considerarse malo ser un país productor de materias primas para el mundo industrializado, siempre y cuando la explotación de estos recursos naturales se haga en forma racional.

Por tanto el es necesario que se acepte que México si es un país que produce materia prima y que esta puede ser una carta importante junto con el turismo, el petróleo y la mano de obra, en el esfuerzo para lograr mejores niveles de vida en todos los sectores sociales del país.

La Competencia Internacional

En el extranjero se reconoce la fuerza potencial de la agroindustria Mexicana, por ello como es natural, ha hecho lo posible por tratar de frenarla y lo ha logrado. Ello se debe a que parte de la economía de países como Estados Unidos se basa en este sector. Los estados como California y Florida se ven fuertemente afectados cuando los productos competentes como el tomate, substituyen a sus productos locales. Grandes pérdidas se contabilizan y las enormes inversiones dedicadas a lograr que el desierto y los pantanos produzcan se vienen abajo. Es de entender, que los gobiernos se inclinan a proteger a sus sectores más sensibles a ser substituidos por importaciones, porque representan temas electorales y se pierden votos en grandes cantidades. Aún cuando las medidas proteccionistas estén en contra de la globalización que tanto profesan sus líderes en países extranjeros, estas prácticas existen y se continúan desarrollando. Por ejemplo: los Americanos Indemnizan a los productores de trigo reduciendo su precio porque no pueden competir con los canadienses, Aplican aranceles sobre autos japoneses porque se venden mejor que los americanos. Imponen embargos sobre el atún Mexicano porque compite con el americano; y mantienen el precio del café bajo para minimizar una de las facturas más altas que pagan después del petróleo. Ejemplos nacionales son: el mismo atún, el tomate y el aguacate.

¿Pero porque razon México debió esperar a la crisis de 1995 para empezar a exportar y a provocar que la balanza comercial se invirtiera? La razón es que en los planes de inversión solo se han apoyado algunas áreas del país, pero por si esto fuera poco, el apoyo no ha sido sostenido. Las exportaciones han sido limitadas, porque el mexicano nunca tuvo una cultura de exportación y los extranjeros no quieren importar con tanta corrupción. Aunque existe un interés económico fuerte, los problemas son diversos para un empresario con deseos de exportar. Sin duda, si no se apoyan y resuelven los problemas de la agricultura y agroindustria las exportaciones de estos sectores volverán a tener en unos años, la misma importancia que tuvieron antes de 1995. Tan solo del aguacate las exportaciones aumentaron del 2 al 5% de la producción total nacional.

Con una mayor importancia a la agricultura, México se aceptaría como un país productor de materias primas, que debe educar para explotar sus propios recursos naturales en forma eficiente y racional en la misma forma que lo hacen en otros países. Esto llevará a procesar las materias primas para producir otras materias primas más caras y con otros usos. Todo esto contribuirá en forma

parcial y paulatina a solucionar los problemas graves por los que atraviesa el campo mexicano.

El Desarrollo Complementario de la Agricultura y la Agroindustria

La falta de créditos, infraestructura, mano de obra especializada y de seguridad en el campo son factores a tomar en cuenta al invertir. Sin embargo el campo Mexicano depende de sí mismo para salir adelante. En los planes de desarrollo del gobierno actual, no parece que exista un interés real en el campo ni en su desarrollo. Quizá esto se deba a las enormes deudas que han contraído inversionistas privados. Estas deudas se acrecentaron por la mala administración de los mismos y por la inestabilidad económica que sufre el país desde hace años.

La inestabilidad económica ha contribuido por un lado en altas tasas de interés bancarias, por otro con precios bajos debido a la caída del poder adquisitivo de los consumidores. En México no se han desarrollado mucho las asociaciones de productores agropecuarios con el fin de defender precios estables y justos. En vez son asociaciones controladas por el gobierno donde la corrupción y la falta de iniciativa las hacen poco menos que inservibles.

Una agricultura bien coordinada sin duda mejoraría sus resultados y una agroindustria correctamente estructurada, podría apoyar y contribuir al desarrollo del campo. Si los procesos se desarrollaran, México podría ser fuerte en producción de materias primas como aceites esenciales, pectinas y pectinatos, jugos, alimentos envasados entre otros. El ramo de los jugos es uno de los más avanzados, pero difícilmente se puede considerar que México ocupe un puesto estratégico.

En un producto agrícola cualquiera, el productor debería percibir ingresos por la venta destinada al mercado nacional y extranjero. También debe de vender su producción de menor calidad a la agroindustria, encargada de vender al mercado nacional y extranjero. Sin embargo en muchos productos solo se vende al mercado nacional y no existe una infraestructura para procesarlos, lo que provoca que el mercado se sature, los precios caigan y que mucho se desperdicie.

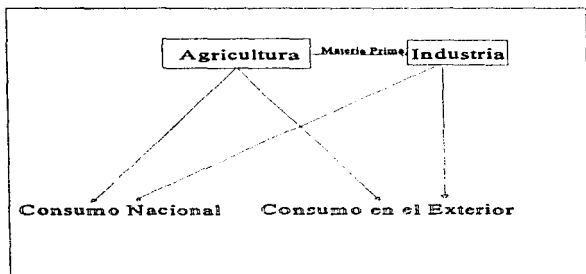


Diagrama I.1

Red de distribución para productos agrícolas a través de los mercados de consumo directos y la industria.

Este es el caso del aguacate. En 1995 de la producción total estimada en de 750,000 toneladas solo 1,500 toneladas se destinaron al mercado externo¹. El resto permaneció en México y quedó para satisfacer el mercado nacional. El mercado se saturó durante la temporada del fruto y se llegó a vender entre 10 y 20 pesos por caja de 20 kg. En teoría este debería ser el precio mínimo al productor. Aún así se llevan a cabo grandes inversiones para plantar en Michoacán y salta a la vista la tala de montes y zonas boscosas para dar lugar a estas plantaciones. Solo se tienen unas cuantas plantas de baja capacidad para procesar el fruto. La mayoría de las empresas que controlan estas plantas se encuentran en la ciudad de Morelia, Michoacán. Michoacán es uno de los estados más ricos en cuanto a su agricultura, paradójicamente es uno de los principales exportadores de mano de obra a los Estados Unidos.

¹RAP World Market for Avocado, Octubre 1995.

El Aceite de Aguacate

Esta tesis tiene como meta ilustrar un ejemplo de un proyecto que por años se dejó a un lado. Existe bibliografía que muestra que durante las décadas de los sesenta y setenta los americanos y brasileños se interesaban en obtener productos a partir de frutas tropicales. Mucha información se ha desarrollado desde entonces para procesar los productos agrícolas. El aguacate es una de estas frutas. Desde hace tiempo se han reconocido sus propiedades y se han estudiado las tecnologías mediante las cuales se puede procesar, tanto para hacer guacamole como para obtener el aceite puro, lo que parece razonable por ser el fruto con el contenido oleoso más alto (en base de masa seca). El interés no ha sido constante y se ha dado en oleadas, pero pocos son los proyectos que se han concretado. Mucha tecnología relacionada se ha desarrollado desde aquellos primeros trabajos, pero no se ha adaptado a procesos como este. Solo en países como Alemania y Francia se les ha dado la importancia que ameritan. Una de las razones a las cuales se le atribuye la falta de inversión a estos procesos es la imposibilidad de predecir el precio de los frutos que fluctúa mucho durante el año. En realidad las razones no son justificables.

El aceite de aguacate ilustra una contradicción profunda dentro de la industria mexicana porque al tiempo que se cuenta con materia prima que será barata y abundante, no existe la capacidad instalada que le correspondería. A pesar de que México aventaja a los Estados Unidos al menos en el doble de su producción, no ha investigado sobre que es lo que hará con los excedentes. Se ha producido guacamole, pero generalmente se oxida adquiriendo un color oscuro o un sabor alterado. Este producto se exporta a países como Canadá donde mucha de la gente no ha comprado un aguacate fresco y por ende no conoce el sabor ni el color del fruto mismo. Peor aun este producto es incapaz de satisfacer al mercado nacional que sería el más grande. A medida que el aguacate tenga una mayor aceptación como fruto fresco y la gente aprenda a comerlo, el consumo del guacamole procesado como lo obtenemos ahora, se irá discontinuando a menos de que se desarrollen mejores tecnologías para la conservación de la carne del fruto.

Una forma en la que el aguacate puede acceder a los mercados más lúcidamente es por medio de su aceite.

Si se realizara una encuesta acerca del aguacate, la mayoría de los mexicanos opinarían que no existe un fruto comparable en sabor y textura. El aguacate como alimento, se consume de innumerables formas que pueden ir desde el aguacate con tortilla, hasta las muy complicadas (en preparación y de sabor) salsas mexicanas. El fruto además es muy nutritivo porque contiene diversas vitaminas, fibras y carbohidratos importantes para la dieta¹.

En el aguacate, las mismas características físicas que lo convierten en un fruto muy apreciado por el mexicano y que están promoviendo su consumo a través del mundo, lo convierten en un dolor de cabeza para agricultores y consumidores. El fruto es muy perecedero en comparación con otros frutos y su vida es muy corta. El fruto solo cuenta con algunas semanas de vida después de haberse cortado del árbol. La única forma en la que se puede almacenar es precisamente en el árbol, lo que ocasiona un manejo menos eficiente.

Poco estudiado pero con un considerable valor agregado, el aceite que proviene del aguacate, no ha sido explotado a su máxima capacidad. La investigación orientada a buscar las alternativas de industrialización no se compara a la de otros frutos. Esto es resultado de que en países como España y Estados Unidos, se estudian las formas de aprovechamiento de los frutos que ellos mismos producen. En mucho menor grado, son los que han desarrollado las pocas alternativas existentes de industrialización de productos que son ajenos a ellos.

La extracción del aceite de aguacate es la alternativa para un recurso renovable que no se toma en cuenta en el país. Esta tesis toma al aceite de aguacate como uno de muchos ejemplos donde la industrialización de los productos agropecuarios nos puede llevar a producir materias que apoyen directamente a la agricultura por dar opciones de venta a los productos agropecuarios².

¹ v. Rainey C. et. al. "The California Avocado. A New Look" Nutrition Today, Vol. 3 No. 3. 1994.

² Nolan A. "New Ideas for Avocadoes" Food Eng. Vol. 55, No. 1, 1983.

Objetivos

El objetivo de esta tesis será el de realizar un estudio preliminar para determinar la rentabilidad de una planta para producir aceite de aguacate a partir del fruto sin procesamiento anterior. Para ello se llevará a cabo una evaluación técnico-económica y se determinarán las principales las medidas de rentabilidad como lo son entre otras: El capital total de inversión y el rendimiento.

Descripción del Producto

El aguacate, es el fruto con mayor contenido de aceite en base a su masa seca. El aceite que interesa obtener se almacena entre los tejidos del fruto, junto con su contenido nutritivo. La obtención redituable del producto depende de la disponibilidad del fruto, de los precios de compra y de las tecnologías disponibles para su explotación.

El aguacate es de aspecto verde y de forma similar a una pera. En el mundo la producción total de aguacate ha venido aumentando en 550,000 toneladas desde hace 15 años. Hoy en día se estima una producción total de aproximadamente 2 millones de toneladas.

El cultivo del aguacate se concentra en el continente americano, donde se logra la mayoría de la producción. En Centro y Norte América se produce el 60% de la producción total de aguacate del mundo. Sudamérica produce 18% que el resto solo cubren el 10%.

Actualmente la producción Estadounidense representa tan solo el 23.33% de la producción Mexicana. Sin embargo, es la producción israelí la que se espera tendrá un crecimiento importante, aunque sea de tan solo 50,000 toneladas por año. Su éxito se debe a que no solo destinan el fruto para consumo directo sino que abastecen a todos los países Europeos con materia prima para procesar. Israel se perfila como el principal exportador de aguacates en los próximos años. La mitad de lo que Israel exporta se destina a Francia, la otra mitad se reparte entre Alemania y el Reino Unido. Mucha de la demanda que tiene Europa también la satisfacen los países africanos como Sudáfrica y Kenya. Estos países africanos exportan el 70 % de su producción a Europa.

México es el primer productor y consumidor de aguacates en el mundo, con una producción aproximada de 800,000 toneladas en 1994. El equivalente a la producción combinada de los Estados Unidos, República Dominicana, Brasil, Indonesia, Colombia, Venezuela e Israel.

Diversos factores se han conjuntado para que de la producción total se exporte tan solo el 2%. Se estima que en 1995 se exportó el 4% lo que representa un aumento significativo en el crecimiento, pero aún sin jugar un importante papel en el mercado internacional. Debido al embargo

impuesto por los Estados Unidos desde hace muchos años sobre el aguacate mexicano para proteger a los productores Californianos, el comercio a nivel internacional no ha crecido en forma substancial. Las reducidas exportaciones del país, aunado a una gran producción, han provocado que la oferta supere a la demanda y los precios caigan drásticamente durante la temporada de la fruta. La mayor parte de la producción se obtiene entre los meses de Octubre y Febrero, pero se puede encontrar todo el año. La mayor parte de la producción se concentra en Michoacán y se estimó en casi 700,000 toneladas para 1994. La variedad que predomina en México es el Hass. Esta ocupa de un 80 a 90 % de la producción total¹.

Características del Aceite de Aguacate

Descripción del Aguacate

El producto que se desea obtener es una fracción definida del fruto por lo cual es necesario describirlo con precisión. Al procesar el fruto se desea obtener el aceite tratando de conservar las características que tiene dentro del fruto sin dañar sus componentes químicos liposolubles.

Descripción Física

El aguacate Hass cuenta con una cáscara verde y cambia de color a negro a medida de que va madurando. En el Fuerte, el fruto mantiene un color verde siendo su cáscara delgada y frágil en comparación con otras variedades. La cáscara rodea la carne que es verde y suave. A su vez la carne rodea a la semilla única.

Vida del fruto post-cosecha

El promedio del contenido oleoso en las diferentes variedades de aguacate se presentan en la tabla II.1.

¹ Global Agrobusiness Information Network.

Descripción del Producto

Variedad	Fracción de Contenido Oleoso	Vida del Fruto Postcosecha	Notaciones
Variedad Mexicana	0.27	de 8 a 10 días	
Variedad Antillana	0.1	de 4 a 5 días	
Variedad Fuerte	0.22	de 15 a 26 días	
Variedad Guatemalteca	0.2	hasta 5 meses	
Criolla	0.27		de gran adaptabilidad ecológica
Hass	0.2	de 18 a 22 días	Excelente resistencia al transporte

Tabla II.1¹

El fruto puede almacenarse pero solo en el árbol, debido a que este lo nutre y lo alimenta con substancias que inhiben la maduración. Los mecanismos mediante los cuales se lleva a cabo esta inhibición no son del todo conocidos.

Las reacciones de síntesis que ocurren en los tejidos son diversas y muy complejas. Muchas tienen influencia en el contenido y calidad del aceite.

Descripción Química

La semilla es la parte de la planta de la que se tiene más información. Contiene un aceite en el que se han detectado los esteroides 5 y 7 dehidro-avenasterol

La carne del aguacate tiene una fracción conocida e identificada y otra fracción desconocida. Químicamente el aguacate es muy complejo. Además de los ácidos grasos, de las proteínas, los minerales y las vitaminas se alega que no se sabe cual es la sustancia que sintetiza el fruto y que es

¹ Rodríguez Suppo, F. "El Aguacate", AGT Editor, México, 1982.

responsable de la regeneración tan efectiva de la piel.

Comercialmente se establece un mínimo exigido de 8% en masa de aguacate y puede llegar a tener un contenido entre 22 y 33% de aceite en masa.

Según el Instituto Nacional de Nutrición, en una muestra de 100 gramos se puede llegar a tener la siguiente composición:

Calorías	152
Proteínas	1.6 mg
Grasa	15.6 g
Carbohidratos	4.8 g
Calcio	24.0 mg
Fósforo	47 mg
Hierro	0.53 mg
Tiamina	0.09 mg
Rivoflavina	0.14 mg
Niacina	1.9 mg
Ácido ascórbico	14 mg

Tabla II.2¹

Contiene entre 60 a 70% de agua. Posee buenos niveles de vitaminas A y B y es medianamente rico en vitaminas D y E.

Los aceites crudos obtenidos a base de extracción por medios mecánicos, por solventes y por tecnología que involucra la combinación de los dos métodos anteriores tienen diferencias básicas de composición química. La diferencia radica en el contenido de clorofila, color, en la cantidad de

¹ Rentería Mendoza, E. Tesis: "Alternativas para la Conservación e Industrialización del Aguacate" UNAM, 1986, México.

Descripción del Producto

fosfolípidos, la acidez, el contenido de agua, las impurezas y el contenido de materia insaponificable. El primer tipo de aceite descrito, puede tener tendencias a la oxidación más altas que los obtenidos con solventes.

Descripción del Producto

El producto que se desea obtener es un aceite de color verde. A continuación se presenta en la tabla II.3 donde se exhiben algunas variables del aceite crudo :

Propiedades	Mínima	Máxima
Valor de Acidez	0.4	8
Índice de Saponificación en mg K OH/g	117	198
Índice de Iodo g de I/100	65	95
Valor del Tiocianógeno g/100g	87.2	91.8
Índice de Acetilo	9.2	19.6
Índice de Peróxido	-	80
Índice de Reichert-Meissel (ácidos volátiles solubles)	9.6	15.9
Índice de Polenske (ácidos volátiles insolubles)	0.2	8
Ácidos saturados	7.2	
Ácidos No saturados	85	
Insaponificables	0.8	
Índice de refracción (40 °C)	1.46	1.46
Peso específico 20-21 °C	0.9	0.92

Tabla II.3 ¹

¹Hulme y Leite do Canto cit. por Rentería Mendoza, E. op. cit

Algunos valores reportados varían entre sí. Dependen primordialmente de las variedades de aguacate a partir de las cuales se hayan extraído los aceites. También depende del proceso y de las fracciones del fruto que se hayan procesado. Todos los productos agrícolas reflejan las características de acidez y de nutrientes del suelo, en sus propiedades. Incluso el metabolismo de las plantas tiene influencia sobre las variables descritas en la tabla II.3

Características

El aceite que resulta de los procesos de separación, es de color verde turbio que se debe a la clorofila y las partículas que quedan suspendidas en la sustancia. Las partículas se pueden separar del aceite por medio de la sedimentación que se lleva a cabo en tanques dedicados a este propósito. Desprende un olor fuerte a hierbas por la cáscara y se le deben eliminar el color y/o el olor para que se le pueda orientar a ciertos mercados.

Al aceite extraído que no ha pasado por algún tipo de refinación se le denomina "*Acete Crudo*". Este aceite crudo se procesa con el objetivo de eliminar todas las características indeseables por medio de un proceso de refinación.

Para este proyecto se estudiará únicamente la extracción del aceite crudo para surtir a un mercado definido. La descripción de los procesos de refinación se describirán con más detalle en el cap. IV.

Las siguientes características son las que hacen al aceite muy deseado entre las industrias farmacéutica y cosmética.

- Favorece la absorción de calcio.
- Funciona como un vehículo para importantes vitaminas liposolubles como la A, D, K y E.
- Es de fácil absorción por la epidermis por lo que se emplea como vehículo para substancias medicinales que por sí mismas no se absorben fácilmente.
- Tiene una acción regenerativa en la piel, debido a su composición química en la fracción en el contenido de materia insaponificable.
- Es capaz de absorber una porción de la luz ultravioleta que se encuentra en la luz solar
- Tiene una gran capacidad de absorber perfumes, lo cual lo hace muy deseable en la fabricación de cosméticos funcionando como fijador
- Es un buen saponificador porque crea una espuma fina, ideal para la fabricación de jabones finos. También se sabe que mezclado con el aceite de soja ayuda contra la esclerodermia y para la

paradontopatías. Existen compañías que emplean el aceite en una formulación para prevenir este último¹.

Estabilidad del Aceite

El producto que se obtendrá de una planta de extracción deberá tener las características más parecidas al aceite que se encuentra dentro del fruto. El daño que este pueda percibir durante la extracción es muy variable y es dependiente del proceso. Las variables que afectan propiedades determinadas del aceite son las siguientes:

- Temperaturas extremas
- Tiempo de Almacén prolongado.
- Exposición a la luz
- Exposición al aire
- Exposición a metales como cobre y hierro

Todos estos factores existirán dentro de el proceso y es casi imposible eliminarlos del todo, pero su efecto se minimizará cuando sean controlados.

El aceite es susceptible a la oxidación de sus componentes lo que provoca el enranciamiento. La formación de peróxidos se comparó a la del aceite de soja y olivo². El aceite de aguacate tuvo una estabilidad similar a la de los otros dos e inclusive fue el que presentó menor enranciamiento a largo plazo durante el almacenamiento a temperatura ambiente, estabilidad mediana a 60 °C, y exposición a rayos ultravioleta. Sin embargo el aceite mostró mayor susceptibilidad durante la exposición a la luz a mediano plazo por la acción del contenido de clorofila.

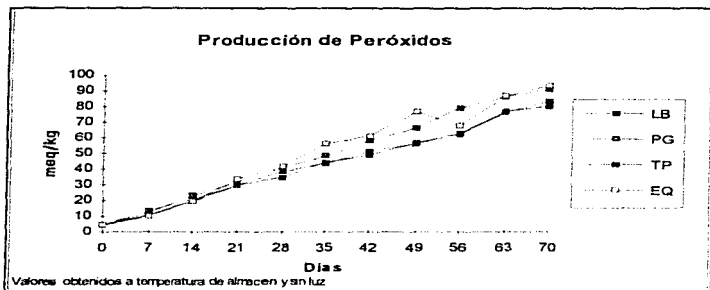
Los trazos comparativos sobre la estabilidad en almacén y a 60°C sin luz se muestran en las gráficas II.1, II.2 II.3. y II.4 Las variables que muestran el grado de degradación se miden por medio de la formación de peróxidos, de anisidina y en la disminución del color. Las gráficas comparan

¹ Rentería Mendoza E. op.cit.

² Weerman y Neerman "Oxidative Stability of Oil" Jour. of Amer. Chem. Soc. Vol. 63, No. 3, 1986.

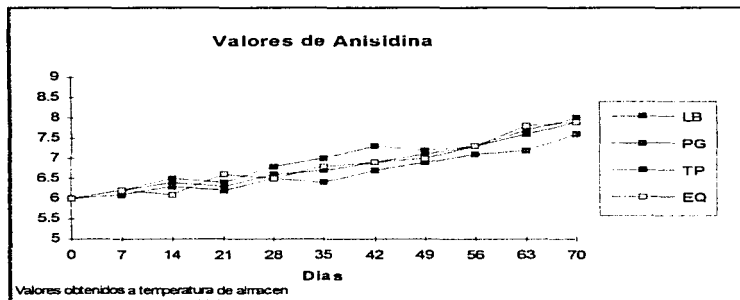
el uso de antioxidantes frecuentemente empleados¹.

Tendencias en las variables de producción de peróxidos, valores de anisidina y unidades de color. Se compara el comportamiento de estas variables sin antioxidantes (LB), con Propil Galato (PG), Tocopherol (TP) y Etoxiquin (EQ).

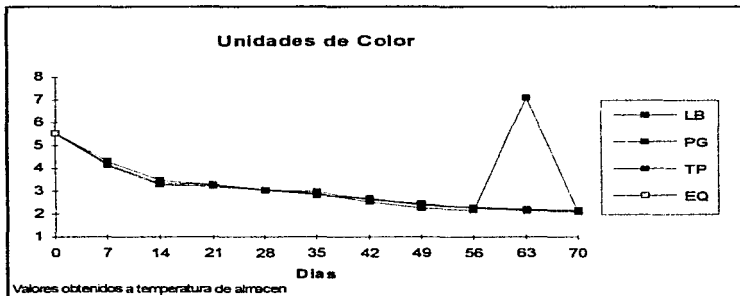


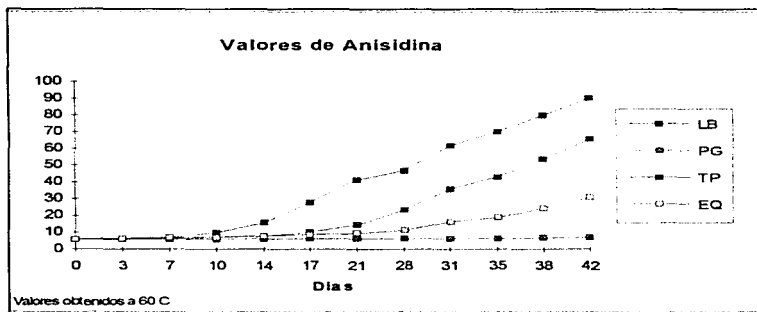
Gráfica II.1

¹ Weerman y Neerman "Effectiveness of Antioxidants in Refined, Bleached Avocado"
Jour. of Am. oil. Chem. Soc. Vol. 63, No. 3, 1986.



Gráfica II.2 y II.3





Gráfica II.4

El antioxidante más adecuado para la conservación de el aceite de aguacate fue el Propil Galato, de acuerdo con la bibliografía.

La rancidez se debe a ácidos y aldehídos volátiles de mal olor pero no se puede medir en forma directa, solo mediante la determinación de compuestos relacionados a dicha degradación

Una forma de evitar el enranciamiento es por medio de la hidrogenación. Este proceso puede darle más consistencia a los aceites en general y retarda el enranciamiento. Funciona reduciendo el número de dobles enlaces que existen en el aceite produciendo cambios químicos que se perciben en su forma física. Uno de los cambios más apreciables es el endurecimiento y le da una textura parecida

al de la mantequilla y margarina¹. El empleo de los aceites para cocinar en otros países se ha reducido substancialmente. Esto se le atribuye a un problema de percepción del valor nutritivo.

El Envasado

Se ha especificado que el aceite de aguacate que se obtendría a partir de esta planta, sería un aceite orientado a abastecer de materia prima a la industria de la cosmetología. Por esta razón no se consideran los equipos necesarios para el envasado del producto a granel, ni se han explorado las posibilidades de las diferentes presentaciones de envases y etiquetas.

Para el envasado es posible considerar las siguientes opciones:

- En Tambos de 208 l capacidad
- En pipas de acuerdo con los requerimientos del cliente, que tienen una capacidad variable i.e 19,140 Litros o 15312 kg (el costo de este flete se estimó en 0.058 dls por lb FOB nueva York)

Los tambos son necesarios en la etapa final, para cuidar la calidad del producto, la asepsia, la ausencia de aire y el almacenaje en caso de ser necesarios. El manejo en bodega se facilita porque es posible adaptar un montacargas para la carga y descarga. En caso de que los tambos sean de acero será necesario proveerlos de un recubrimiento en el interior del mismo para proteger el aceite. Otra opción es la de usar tambos hechos de polietileno de alta densidad con la misma capacidad. Ambos tipos de tambos abiertos y cerrados se pueden emplear, aunque si la línea de envase incluye una esterilización es más deseable envasar en tambos abiertos como los que se emplean para transportar fluidos de mayor viscosidad.

En el llenado de los tambos existen sistemas integrados de llenado, pesado, etiquetado y transporte al área de almacén. Estos sistemas son de alta precisión y aunque no se considerarán en este proyecto ayudan a mantener una calidad por más tiempo.

¹ Hoffman G. " The Chemistry and Technology of Edible Fats and Oils and their High Fat Products, Academic Press, U. of California at Davis, EUA.

Como se describe en esta tesis¹, puede resultar útil a mediano plazo considerar los envases de menor tamaño para venta a menudeo. Esto en el caso de que el aceite en un futuro cercano encontrase aplicaciones alimenticias o de otra índole y requiriera empacarse en cantidades menores. Esta es una opción viable pero es más complicada, debido a que competiría contra el aceite de oliva que tiene una gran aceptación entre los consumidores. Los sistemas de empaque y envasado se han empleado con gran éxito con los aceites de oliva y de soja, por lo que no existe razón para pensar que habría alguna complicación con el aceite de aguacate.

¹ *infra.* v. Cap. IV "El Mercado"

Tecnologías disponibles para la Fabricación de Aceite de Aguacate

Las tecnologías que se pueden emplear para la extracción del aceite de aguacate son muchas y muy variadas. No obstante se debe tener mucho cuidado al elegirla porque la tecnología determinará en buena medida la calidad del producto. La calidad es importante por los usos que se le pueden dar¹. Las tecnologías abarcan a grosso modo tres.

- Extracción por solventes
- Extracción por prensado
- Extracción por centrifugación

Extracción por solventes

La extracción por solventes (Lixivación) es una tecnología muy explorada por la industria. Ello consiste en emplear un solvente sobre el tejido para separar la fracción sólida y acuosa del aceite. El solvente puede ser hexano como se ha venido empleado en la extracción de otros aceites desde hace muchos años.

Este solvente debe contar con las siguientes características:

- no debe tener un punto de ebullición muy alto y debe ser muy estrecho.
- debe disolver fácilmente al aceite
- ser muy selectivo y neutral
- estable e inerte cuando esté en contacto con el metal.
- debe tener un calor específico bajo, un calor de evaporación bajo junto con una viscosidad y densidad bajas
- insoluble en agua
- no debe ser tóxico
- inflamable y no-explosivo
- de precio bajo en cantidades adecuadas².

¹ *infra.* v. Cap. IV

² Hoffman G. *op. cit.*

Tecnología para la Extracción del Aceite de Aguacate

Las ventajas con las que cuentan los métodos que se basan en la extracción por solventes son las siguientes:

- El rendimiento es el más alto. Ninguna otra tecnología es capaz de ofrecer rendimientos similares
- No requiere de mucha mano de obra.
- El aceite resultante es más limpio

Las desventajas con las que cuentan los métodos por extracción con solventes son las siguientes:

- La seguridad de la planta se ve fuertemente afectada porque aumentan los riesgos de una explosión o incendio.
- La necesidad del obtener solvente, obliga a determinar la ubicación de la planta en base a la facilidad de abasto.
- Los costos de inversión inicial son más altos porque para lograr una mayor rentabilidad, se requeriría de una gran capacidad de proceso.
 - Surge la necesidad de tratar los desechos que se generan.
 - Se pierde parte del valor nutritivo que se desea en el aceite.

Extracción por Métodos Mecánicos

La extracción por métodos mecánicos, es una tecnología muy empleada en países en desarrollo. Sin embargo, estos métodos requieren de mucha mano de obra. Esta mano de obra puede ser barata en países como México, pero se debe tomar en cuenta la rapidez que se logra con métodos más automatizados

Las ventajas que ofrece la extracción por métodos mecánicos son las siguientes:

- Es una tecnología muy desarrollada.
- La tecnología no requiere de solventes u otras sustancias. lo que evita la necesidad de tratar los desechos.
- Conserva un alto valor nutritivo en el aceite obtenido
- Los costos de inversión pueden ser variables
- Los residuos son inofensivos

Tecnología para la Extracción del Aceite de Aguacate

Las desventajas que ofrecen los métodos mecánicos son los que a continuación se describen:

- Los rendimientos que ofrece esta tecnología son muy bajos en comparación a la extracción con solventes.

- Requiere de mucha mano de obra.
- Puede destruir ciertos componentes deseables del aceite por las operaciones relacionadas.
- Requiere de operaciones anteriores de secado de la pulpa que requieren de mucha energía o complementarse con una separación por centrifugación.

Extracción por Centrifugación

La extracción por centrifugación es una tecnología que aunque no ofrece el mismo rendimiento que la extracción por solventes, tiene un rendimiento bastante aceptable. Es también una tecnología muy empleada para los aceites, debido a que se basa en la precipitación acelerada de la materia oleosa para lograr una separación efectiva.

Las ventajas que ofrece la extracción por centrifugación son:

- Es una tecnología desarrollada y comprobada para separaciones similares.
- No requiere de solventes o substancias que incrementen las condiciones de riesgo en la planta.
- Los subproductos que resultan no son peligrosos para el medio.
- Tiene más versatilidad para su ubicación.
- La calidad del producto es la más alta.

Las desventajas de la extracción por centrifugación son:

- Una eficiencia por debajo de la extracción con solventes.
- Existe un pérdida del producto como resultado de la emulsificación que forma con el agua de la cual se separa.
- Puede requerirse el empleo de varias separaciones consecutivas para recuperar el aceite del agua.

La eficiencia de un proceso está ligada a algunas variantes que debemos considerar. Estas variantes están determinadas por el equipo que se emplean y tendrán una repercusión directa en la eficiencia de extracción. El problema principal se localiza en el grado de disgregación se tiene que determinar para poder liberar el aceite de entre los tejidos. También se deben encontrar formas de evitar la formación de emulsiones y poder manejar la pequeña fracción de sólidos que impiden la separación adecuada de las dos fases líquidas.

No se debe recurrir a procesos con unidades de fermentación, porque esto puede afectar a la calidad del producto final. Esta es la opción más eficiente, pero el mercado que puede abarcar el producto resultante es el más pequeño¹, debido a su baja calidad.

Comparación de Tecnologías

Una vez descritas las ventajas y desventajas en esta tesis, se ha considerado que la tecnología más apropiada será la de centrifugación. Se considera como tal, en parte por las características del eficiencia, seguridad y ubicación de la planta junto con el producto que es más asequible a los mercados.

Cuando se desea seleccionar la mejor tecnología para un proceso es necesario tomar en cuenta todas las variantes. La mejor tecnología se escogió por medio de criterios que se describen abajo.

1.- El rendimiento es un factor de alto peso en la decisión. Durante varios meses del año los aguacates tienen un precio más elevado debido a su menor disponibilidad. Con un precio elevado en nuestra materia prima debemos considerar el uso de una tecnología eficiente. La mayoría de los procesos que funcionan a base de prensado quedan descartados por su baja eficiencia. Sin embargo el precio mediano-bajo durante los meses de más alta producción del fruto también permite sacrificar una fracción del rendimiento.

¹ Buen Rostro Martínez M.E. Tesis "Proceso Enzimático para la Extracción de Aceite de Aguacate" La Salle, 1986.

2.- La toxicidad de los efluentes que se derivan de la planta, son un factor a tomar en cuenta, porque no contaría con servicios de drenaje o plantas de tratamiento en las cercanías. El llevar los efluentes a una planta de este tipo, o construir una provocaría una fuerte caída en las utilidades. La seguridad de la planta es determinante porque en medio del campo no se tienen los servicios de seguridad contra catástrofes como en las grandes ciudades. Una extracción por solventes queda descartada de tajo por la ubicación que se desea para la planta.

3.- También será necesario recurrir a una tecnología que permita muchas alternativas en el empleo de subproductos como hueso, cáscara y celulosa provenientes del fruto. Estos subproductos pueden tener un empleo alimenticio para ganado. Si se emplean solventes, los posibles usos de los subproductos se limitan.

4.- Anteriormente, se ha determinado que la calidad del aceite no debe ser deficiente, tratando de mantener el alto contenido alimenticio de vitaminas que son las más sensibles a la temperatura, al aire, etc. Aunque sea imposible mantener estas propiedades intactas, existen tecnologías más deficientes que otras al cumplir con esta función.

La tecnología más adecuada bajo los criterios señalados, será entonces en primer lugar la centrifugación. La extracción con solventes ocuparía el segundo lugar ya que los solventes provocarían problemas en la eliminación de subproductos y de efluentes incrementando los riesgos de explosividad, de intoxicación, además de tener costos de instalación y operación mucho más altos. El aceite obtenido a partir de esta tecnología será de menor calidad comparado al que se obtiene por métodos mecánicos o centrifugación. Otro problema con la tecnología de solventes es que el hexano, aunque es el preferido en la industria para este tipo de proceso no es muy efectivo. Se han intentado mezclas con hexano y metano, pero sin resultados satisfactorios¹. La dificultad se debe al alto contenido de agua presente en el fruto que también provoca problemas en la tecnología de prensado.

La extracción por centrifugación se ha reportado anteriormente con resultados satisfactorios que representa una eficiencia por arriba del 70 %. Con el desarrollo tan acelerado de esta tecnología

¹ Montano G.H. et. al. "Extracion and Refining of Avoacado Oil" Food Tech. vol. 24
pags. 96-99, 1962, U.S.A.

es posible creer que en la actualidad estas cifras se hayan mejorado notablemente. En la bibliografía se pueden encontrar distintos valores relacionados con el mismo procedimiento.

Factores Técnicos

Operación Continua

El mejor funcionamiento de la planta se daría en forma continua, porque con el uso de separadores centrífugos y prensas se ha desarrollado una gran cantidad de tecnología para operar estos equipos en forma eficiente y paralelamente se han diseñado controles para una mejor operación. Las variantes son enormes dentro del abastecimiento de materia prima e indudablemente existe una escasez durante ciertas temporadas del año donde será necesario reducir considerablemente la capacidad. La simplicidad del proceso permite muchas variantes de operación pero este tipo de procesos se han desarrollado satisfactoriamente con una operación continua.

La planta funcionará por nueve meses y se le dará mantenimiento por 3 meses durante la época de menor disponibilidad de aguacate. La planta funcionará 16 horas diarias durante este tiempo (2 jornadas). Se puede operar con tres jornadas durante las épocas de mayor producción que empezarán a mediados de Octubre y terminarán en Febrero. Para esta tesis se considerará tan solo 2 jornadas para elaborar los cálculos. El resto se considerará como un sobrediseño adicional

Controladores especiales

No se requieren de controladores especiales, pero se requiere de controles adecuados, para poder mantener una extracción apropiada. Las variables más importantes a controlar en la planta, serían: Madurez del fruto, temperaturas de mezclado y pH. Los controladores están especificados por el fabricante.

Rendimientos Comerciales

Los rendimientos comerciales son muy variados. En algunos de los artículos donde se publican las tecnologías, que están relacionadas con la extracción del aceite, se reportan rendimientos muy por debajo de los que se obtienen, esto se debe a que una exitosa extracción está directamente relacionada con variables como humedad, y presión de prensado o centrifugación. En algunas

tecnologías muy sencillas, como el prensado se proponen esquemas muy eficientes pero que involucran pasos muy difíciles, como ejemplo el rebanado y secado al sol, propuesto por Southwell et. al.¹ Estas etapas afectan dramáticamente la eficiencia y la costeabilidad del proyecto

Los rendimientos comerciales se han reportado por arriba del 75%.

Dificultades técnicas

Todas las tecnologías tienen dificultades técnicas que no se mencionan en algunos de los artículos. Estas dificultades provienen de los tipos de mezclas que provienen de los tratamientos y el manejo en cada paso de los procesos. También es necesario mencionar que de no localizarse bien estas fallas pueden llevar al fracaso. Se requiere de estudios de laboratorio y de planta piloto para lograr las eficiencias deseadas que son reducidas por los tipos de mezclas que se producen en algunos pasos del proyecto

Requerimientos de Energía

La planta no tiene requerimientos energéticos que no puedan ser provistos en las áreas donde sí existe un suministro de electricidad.

Requerimientos de Transporte

La planta debe estar construida en un lugar donde los transportes de carga puedan acceder fácilmente. Por lo tanto se debe localizar a lo largo de las carreteras federales en las áreas contempladas para este proyecto². De ubicarse en un área con un acceso deficiente los costos de operación aumentarían como resultado de un desgaste en los transportes.

Asistencia especializada

Debido a que la maquinaria no es especial, las necesidades de contratar asistencia especializada será innecesaria. Solo para los separadores centrífugos puede ser necesaria la asesoría del vendedor al escoger uno adecuado a las necesidades específicas del proyecto.

¹ Southwell et. al. "Extraction and Refining of Avocado Oil Using a Small Expeller" Tropical Science Vol. 30 No. 2 pags. 121-131, 1990.

² v. Cap. V

Posibilidad de desarrollo futuro.

Las posibilidades de un desarrollo futuro son buenas, debido a que en general la demanda para los aceites y grasas ha aumentado durante los últimos años. En la misma medida que pueda crecer el mercado del aceite de aguacate, podrían manejarse mayores volúmenes. Todo esto depende de la oferta existente. La forma en la que se ha manejado el mercado, es en verdad muy ventajosa para cualquier empresa que se dedica a producir aceite de aguacate. Por lo tanto será necesario considerar la construcción de varios trenes para multiplicar la producción o bien podría presentarse la posibilidad de extraer el aceite pero por otros medios. Una posibilidad es erigir otra planta que funcione a base de solventes para extraer el aceite restante en los sólidos que se obtienen como residuos de esta planta, obteniendo un producto diferente en composición y orientado a un mercado distinto al que se tiene en consideración en esta tesis. En este caso se podría estudiar la inversión de una nueva planta pero no es posible que conforme parte de las mismas instalaciones. La inversión solo es posible en el caso de que los precios permitan una maniobra de este tipo.

De la misma forma se puede estudiar la posibilidad de obtener más aceite por prensado. Para ello sería necesario secar al sol los residuos para posteriormente prensarlos, obteniendo el aceite restante del hueso. El producto será de menor calidad pero puede orientarse a la fabricación de jabones.

Peligros para la Salud y Seguridad Industrial

Por medio de esta tecnología los peligros para la salud son minimizados. No existe el manejo de sustancias corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables ni biológicas infecciosas con alta peligrosidad salvo las que se encuentran y emplean generalmente en las plantas como lo son combustibles, venenos para pestes, etc.

La seguridad de esta planta se debe tomar en cuenta a menudo durante el diseño por estar ubicada en el campo donde difícilmente se tiene acceso a servicios médicos y menos aún a cuerpos de bomberos, ambulancias ni paramédicos.

La descomposición de materia orgánica puede generar peligro de proliferación de pestes como

Tecnología para la Extracción del Aceite de Aguacate

moscas, el material en descomposición también puede generar mal olor y se puede evitar confinándolo.

Materias primas

Descripción de la Materia Prima

El aguacate es de aspecto verde y similar en forma a la pera. Es un fruto originario de la selva Mexicana y Guatemalteca. Se desarrollo a partir especies silvestres que los indigenas tomaron y a base de una selección desarrollaron el árbol y fruto que conocemos hoy en día. El árbol crece en climas templados

Disponibilidad presente y futura

La mayor parte de la producción se da entre los meses de Octubre y Febrero, pero se puede encontrar todo el año. En México la mayor parte de la producción se concentra en Michoacán. Este es el estado con la mayor producción de aguacates en todo el país y produjo en 1994 el 83.8% de la producción total nacional. En la siguiente tabla se encuentran algunos datos sobre la producción.

	Superficie Sembrada			Superficie Cosechada			Producción
	En hectareas			En hectareas			
	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total	
Michoacán 1990	34,404.00	24,394.00	58,798.00	32,207.00	26,985.00	56,191.00	523,475.00
Michoacán 1991	45,326.00	24,830.00	70,156.00	44,186.00	19,395.00	63,581.00	523,483.00
Total prod. Nacional 1991	53,854.00	37,420.00	91,274.00	52,117.00	30,809.00	82,926.00	780,403.00
Michoacán 1992	45,384.00	29,103.00	74,487.00	44,008.00	26,332.00	70,340.00	599,268.00
Total prod. Nacional 1992	53,289.00	40,676.00	93,965.00	50,589.00	36,919.00	87,508.00	724,523.00
Michoacán 1993	45,364.00	29,170.00	74,534.00	44,194.00	22,155.00	66,349.00	569,875.00
Total prod. Nacional 1993	53,325.00	38,873.00	92,198.00	51,309.00	31,483.00	82,792.00	709,296.00
Michoacán 1994	45,162.00	29,807.00	74,969.00	44,633.00	28,366.00	72,999.00	670,508.00
Navarit 1994	100.00	2,337.00	2,437.00	100.00	2,272.00	2,372.00	23,240.00
Morelos 1994	44.00	2,348.00	2,392.00	44.00	2,348.00	2,392.00	19,840.00
México 1994	1,361.00	749.00	2,110.00	1,361.00	717.00	2,078.00	13,382.00
Puebla 1994	785.00	1,512.00	2,297.00	785.00	1,512.00	2,297.00	12,203.00
Total prod. Nacional 1994	52,088.00	40,329.00	92,417.00	51,167.00	38,580.00	89,747.00	799,929.00

Tabla III.1

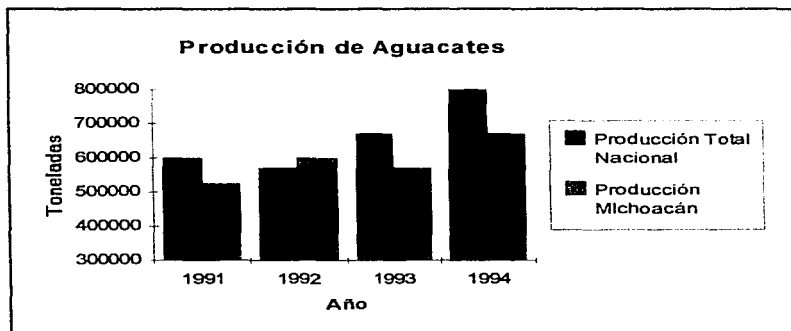
La disponibilidad de la materia prima es el principal factor que hace al proyecto atractivo. Si se puede conseguir la ubicación y obtener un rendimiento adecuado, entonces las ventajas sobre otros centros extranjeros de producción serán considerables, por el bajo costo de la materia prima y las distancias cortas que reducen el costo de transporte.

La disponibilidad del aguacate en el estado de Michoacán están aseguradas. Se estima que en 1994 se tenían 74,969 hectáreas cultivadas con este árbol. La gráfica III.2 muestra la tendencia en el incremento de las hectáreas cosechadas que no ha aumentado considerablemente desde 1992 cuando se terminaron enormes inversiones en este sector.

La tendencia en el crecimiento de la producción se muestra en la gráfica III.1 y ha venido en aumento constante desde 1990. Los cultivos jóvenes antes mencionados comenzarán su producción hasta después de 5 años (de 1995 a 1997) y esta aumentará paulatinamente hasta los 10 años cuando el rendimiento de los árboles es el máximo. Un huerto con esta madurez debe estar en su máximo punto de producción y esta comienza a disminuir hasta que se cumplen los 20 años. Por esta razón los huertos jóvenes permitirán que la tendencia en el aumento de la producción se mantenga todavía hasta los años del 2000 al 2002.

En forma independiente a los factores climáticos, la producción de aguacate alcanzará una producción estimada de 864,630 toneladas para 1998 y 958,820 toneladas para el año 2000 en el estado de Michoacán. Esto representa un 6.5% de crecimiento anual en producción. En los otros huertos plantados antes de 1990 se realizan renovaciones y replantes constantes de los árboles que mueren por enfermedad o son talados por su bajo rendimiento, pero de cualquier forma este es un trabajo que se lleva a cabo constantemente. Se puede esperar que la producción se mantenga con este mismo crecimiento, cuando menos durante el tiempo de vida del proyecto.

Gráfica de la Producción Nacional y Producción Michoacana para diversos años.

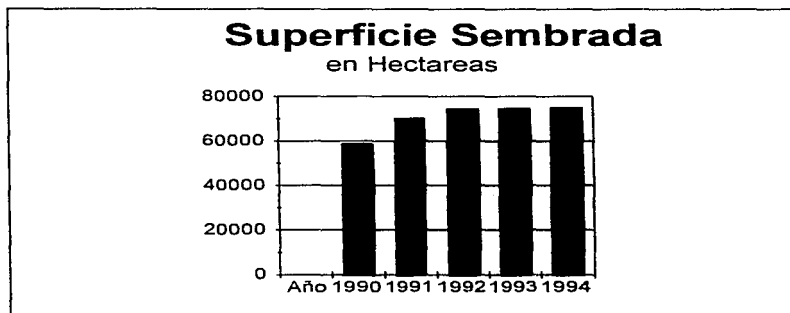


Gráfica III. 1¹

¹ Las gráficas III.1 y III.2 se elaboraron a partir de la tabla III.1.

Gráfica de Hectáreas de Plantación

Datos proporcionados por el SARH y SAGRH



Gráfica III.2

Los Rendimientos en la Producción del Fruto

Los rendimientos en la producción del fruto son muy variables y está en función de la intensidad del cultivo por hectárea, la edad del huerto, variedad y zona geográfica. En general se estima que en México se producen 10 ton/ha. De acuerdo con los datos reportados en la tabla III.1 de hectáreas cultivadas y las producciones globales, los rendimientos se encuentran entre las 12 y 16 ton/ha dependiendo del año. Estos estimados involucran un error desconocido porque se hacen en base a estadísticas de cada año y de años anteriores.

Especificación de la materia prima.

La planta será diseñada para procesar 25 toneladas diarias en dos jornadas de 8 horas cada una de acuerdo con el diseño preliminar. La cantidad producida de aceite es variable y es función de muchos factores controlados y otros dependientes de los frutos. Esta producción será de aproximadamente 5 toneladas diarias.

Contaminación por plagas

En ciertos casos el aguacate es atacado por distintas plagas. El saber reconocer cuales de las plagas perjudican al producto final es muy importante porque existen enfermedades degenerativas que afectarán directamente al aceite dentro del fruto. Existen otras que no tendrán efecto alguno, o no afectarán en forma considerable. Generalmente las plagas afectan alguna parte del fruto lo que las hace indeseables para consumo directo. Por esta razón generalmente se ofrecerá a la planta procesadora frutos con algún daño. El agricultor tratará de recuperar algunos de sus costos de mano de obra e insumos. Los daños provocados por insectos son comunes pero no afectan al aceite. Existen insectos que consumen la cáscara y otros cuyas larvas consumen la carne del fruto (mosca blanca). Si los daños son en el exterior el aguacate puede ser procesado sin problemas, pero si contiene larvas de mosca blanca entonces es conveniente procesar los frutos verdes, antes de que estas se desarrollen. Si el agricultor no ha tratado sus frutos con un fungicida, entonces se corre el riesgo de que algún hongo ataque al fruto. Existen hongos que solo atacan a la carne interior. La infección solo es perceptible, si el fruto se prueba. El hongo entra en el aguacate cuando se deja caer del árbol, produciendo una lesión en la cáscara que se perfora. El hongo entra al fruto y se desarrolla a medida de que este va madurando. Nuevamente es preferible, que el aguacate se pueda procesar verde. En términos generales solo es necesario realizar un monitoreo constante al fruto cuando este está maduro y existe posibilidad de alguna infección.

Tamaño

No existe preferencia por tamaño alguno, aunque mientras menor sea el tamaño del fruto que se procesará, menor será el riesgo de contraer ciertas plagas. Durante la cosecha el fruto se deja caer al piso lo que puede provocar una ruptura del exocarpio permitiendo la infección de diferentes patógenos. Las heridas son mayores en frutos grandes por la fuerza con la que caen.

Requerimientos de Almacén

Quando la fruta llega a la planta en avanzado estado de maduración, entonces el construir un almacén no tiene sentido. Debido a las propiedades del aguacate, el fruto es muy perecedero y el periodo de conservación máximo posible es de 8 a 12 días a una temperatura de 5 °C por lo cual sería necesario un refrigerador. La ubicación de la planta elimina este problema, porque en toda la zona de Michoacán se encuentran empacadoras que tienen cámaras de refrigeración dispuestas a rentar estos servicios en caso de requerirse. Estas plantas empacadoras pueden proveer a la planta de materia prima por el desecho (fruta de menor calidad en términos de consumo) que se genera, que no se vendería y además en buenas condiciones de maduración (verdes). La proximidad con estas empacadoras elimina la necesidad de buscar abasto o cámaras de refrigeración.

Problemas con el manejo de las sustancias

El aceite de aguacate debe controlarse cuando se almacena, porque debe estar bajo las condiciones mencionadas en el la descripción del producto. Si el aceite se puede almacenar por corto tiempo y la demanda lo permite, es posible almacenarlo sin recurrir a condiciones especiales. El aceite se mantiene en condiciones para comercializarlo por varias semanas.

El uso de conservadores que evitan la oxidación también es frecuente. De acuerdo con la bibliografía el Propil Galato tiene las características más adecuadas a las necesidades aunque no se descarta el uso de otros antioxidantes¹. El uso de estos debe ser estudiado porque pueden producir diversos problemas tóxicos que ciertos compradores potenciales no desearían.

Los Subproductos

Los subproductos derivados del proceso en general no son peligrosos pero si debe tomarse muy en cuenta el proceso de eliminación. Los subproductos se conformarán en una fracción importante de desechos orgánicos y agua. En una fracción mucho menor sales (compuestos inorgánicos) que estarán contenidas en el agua.

¹ "Food Antioxidants" B.J.F. Hudson, 1990 England.

Los primeros desechos generados durante el proceso bajo el listado de CRETIB, podrían caer dentro de biológicos infecciosos. Cuando los frutos sean retirados de la banda de selección, estos deben ser confinados, enterrados o retirados del lugar. Si el fruto se deja al aire libre, entonces la materia orgánica empezará a descomponerse. El resultado podría ser a la generación de plagas que atacan al fruto. Como la planta estará localizada dentro de la zona de producción entonces esto puede dar lugar a la proliferación de pestes. La descomposición de la materia orgánica también podría dar lugar a la generación de gases volátiles con malos olores.

La eliminación del agua que se separa en la etapa de centrifugación contiene mucha materia orgánica y minerales. Esta alta concentración de nutrientes pueden elevar la población de bacterias en el agua y causar contaminación. Los efectos podrían resultar en la proliferación de ciertas especies causando un trastorno en el ecosistema. También es necesario monitorear las descargas a los mantos para que las concentraciones de estos nutrientes no causen efectos negativos en el medio.

Los residuos de celulosa que se extraen de la planta después de que se ha llevado a cabo la extracción provienen principalmente del hueso, cáscara y carne. El hueso se puede emplear como combustible y la pulpa como pienso de volumen

Los subproductos sólidos como la cáscara y el hueso no tienen un uso aún conocido. Pero se estudian las posibilidades de emplearlo como alimento para animales debido al alto contenido de proteína que tienen.

El agua de efluente contiene una alta concentración de aceite, minerales y vitaminas por lo cual se estudian las posibilidades de emplearla para producir levadura, etanol o fertilizantes pero todavía no se han encontrado usos que sean redituables.

Cantidad producida

La capacidad de la planta se determinará como mediana, de acuerdo con lo que se especifica. Tendrá la capacidad para procesar 25 toneladas del fruto diariamente. De esa forma la cantidad de aceite producido, será de aproximadamente 1 tonelada diaria.

A partir de la producción de aguacate establecida, se generarán aproximadamente entre 60-70% de agua de lo que se procesa. Los totales de agua y residuos sólidos se reportan en la tabla III.2.

Subproducto	Cantidad en Ton/día ¹
<i>Agua</i>	90
<i>Pulpa y sólidos c/ agua</i>	1.5

Tabla III.2

Valor

Debido a que no se ha encontrado un uso a los subproductos, estos carecen de valor alguno para otras industrias.

El valor los residuos sólidos tienen valor para la misma industria. Los residuos sólidos estarán conformador por pulpa y hueso. La pulpa se podrá considerar casi agotada, pero el hueso no libera su aceite por completo con la tecnología que se emplea, entonces conserva una importante fracción de aceite. Más importante aún, son los residuos de materia insaponificable que pueden ser obtenidos por solventes orgánicos. Una separación con etanol puede dar lugar a un aceite con hasta 8.1% de materia insaponificable que se destinaría por completo a la industria farmacéutica empleándose al control de enfermedades del tejido conectivo. Aquí surge la posibilidad de elaborar otro proyecto con estas características ¹¹.

Mercados potenciales y usos

Los mercados potenciales para las aguas que se extraen del proceso y que son ricas en minerales y material orgánico se encuentran en la producción de levadura y como fertilizantes líquidos. El desecho que se genera a partir de los huesos, se puede emplear como alimento para animales. Otra posibilidad es la producción de compost mediante la mezcla con otros subproductos industriales

¹ Las cantidades reportadas son una aproximación.

¹¹Weerman y Neerman "Avocado Oil Production and Chemical Characteristics" Jour. of the Am. Oil Chem. Soc., Vol. 63, No. 2, 1986

criterio de Eliminación

En caso de que nunca se encontrase alguna aplicación para la producción de los sólidos no habría necesidad de algún tratamiento, confinamiento o incineración de estos productos, porque no representan ningún peligro a la salud y son biodegradables. Para minimizar los problemas que puedan surgir de la acumulación de sólidos, se pueden secar al sol y confinarlos.

Selección del Proceso

Es conveniente tomar los siguientes factores en cuenta.

- Una capacidad de crecimiento en la planta se puede requerir debido a la necesidad de producir más aceite.
- Es posible que se requiera de una segunda parte del proceso donde se recupere el aceite no extraído por la tecnología inicial. Esta necesidad puede resultar de un alza súbita en los precios del fruto en el mediano plazo.

-El proceso debe tener cierta flexibilidad en cuanto a la capacidad de diseño y ubicación. Se considera importante porque existen tecnologías que resultan en términos de inversión y ubicación difíciles de lograr por su capacidad mínima e inflexibilidad

-Debe de poder diseñarse una planta pequeña para permitir su ubicación múltiple abarcando diferentes áreas de producción de materia prima o para incluir la instalación de varios trenes de producción.

El Proceso de Extracción del Aceite de Aguacate

Diagrama de Bloques

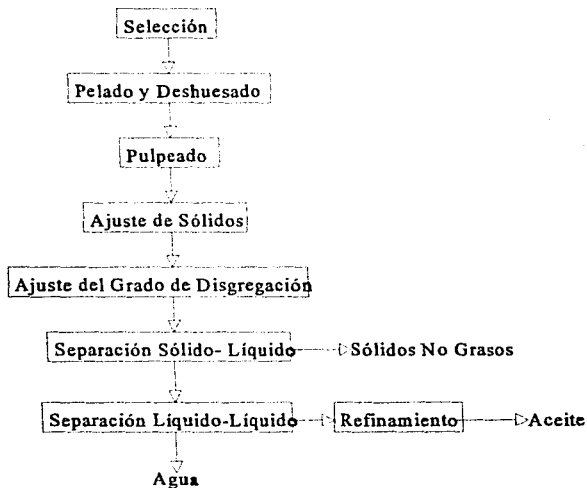


Diagrama III. 1¹

¹ Rentería Mendoza., E. op. cit

En el diagrama de bloques III.1 que se muestra, se puede ver el orden de las operaciones unitarias más importantes del proceso.

1.- *La selección.*- Bajo especificaciones sobre la calidad de fruto que se debe manejar se hace una inspección visual al fruto que está a punto de ser procesado. Necesariamente el fruto que no satisfaga los requerimientos de la materia prima deberá ser retirado. La calidad del fruto que se procesará, determinará la calidad del producto final. En el caso de que la fruta no cumpla con las condiciones mínimas establecidas entonces se estaría cometiendo un error de tipo técnico, porque no se justificaría la inversión de la tecnología que se está empleando.

2.- *El pelado y deshuesado.*- Esta operación se ha desarrollado para otras frutas como los cítricos debido al desarrollo de tecnologías que ha existido durante años, pero para el aguacate este procedimiento generalmente se debe hacer manual. Esta etapa se menciona en la bibliografía para que el aceite adquiera ciertas características. Existen alternativas prácticas para la sustitución de esta etapa, que afectan al producto final en su composición y particularmente en características de olor y color. Estas características indeseables se pueden corregir como se ha explicado antes durante la refinación, aunque ello también implica un daño a ciertos componentes deseables.

Durante este proyecto se considerará que el pelado y deshuesado no deben incluirse por la cantidad de mano de obra requerida. La calidad del aceite se verá fuertemente afectada positivamente para usos de cosmetología.

3.- *El pulpeado.*- El aceite está contenido dentro de células especializadas del fruto. Estas se deben destruir para que permitan al aceite salir. Consiste en deshacer la pulpa del fruto para convertirla en una masa homogénea y pastosa. De esta forma, se puede mezclar con más facilidad con agua u otros componentes y lograr una extracción más sencilla y eficiente. Esta etapa se logra en parte por medio del triturado en el molino. En la etapa experimental el mismo se logra por medio de una malla. Aquí los tejidos de la pulpa se destruyen a su nivel máximo para permitir la salida del aceite retenido en ellos y que se mezclará con el agua que se añade. Hecho esto, la movilidad del aceite del agua y de la pulpa es mucho mayor porque se comportarán como fluidos en vez de como partículas sólidas.

4.- *Ajuste del grado de disgregación.* - Por medio del ajuste se puede convertir a la pulpa en un fluido manejable para las operaciones unitarias le que siguen. Para ello se añade agua y se mezcla hasta lograr un fluido homogéneo e integrado. La suspensión se ajusta a 3:1 en peso con agua. El aceite será extraído de los tejidos debido a las micelas que forma. La calidad del agua debe de controlarse verificando que la cantidad de microorganismos y sales no sean muy altas para el proceso.

5.- *Separación Sólido-Líquido.* - En esta separación podemos obtener la fase líquida que deseamos. Para ello se puede recurrir a varias operaciones. Filtración (prensado), centrifugación, y sedimentación. La opción más adecuada será la centrifugación como se había explicado. Las partículas más grandes provienen de las partes más duras del fruto como lo son el hueso y una pequeña fracción de la cáscara. Aunque existan partículas de diámetro pequeño que pueden pasar a la siguiente etapa, la mayoría de estas al ser centrifugadas permanecerán con la fase acuosa (la fase más pesada). Las partículas medianas y algunas de las más pequeñas junto con la celulosa de la pulpa serán separadas del aceite y del agua por centrifugación en un decantador horizontal. Para las partículas más pequeñas se puede llevar a cabo una última centrifugación de la cual se obtiene un aceite color verde claro. Estas etapas son de requerimiento variable, dependiente de las primeras operaciones y de las necesidades del producto.

6.- *Separación Líquido-Líquido.* - Para esta etapa se requiere una centrifugadora o de una extracción con solventes. La misma centrifugadora que se emplea para separar la masa sólida se puede emplear para lograr esta operación. La disponibilidad de manejar otros sólidos es necesaria en los centrifugadores debido que las impurezas sólidas que provienen del fruto, se separan junto con la fase pesada (la acuosa) y se incrustan si el equipo no está diseñado correctamente por lo que es necesario detener el funcionamiento de la centrifugadora y realizar la limpieza. Es necesario que los centrifugadores estén correctamente diseñados para manejar las características a las que esté expuesto, de otra forma los costos de mantenimiento se elevan. Entonces se requiere de la asesoría del vendedor.

La tecnología más eficiente que le sigue a la que se escogió consiste en una fermentación anaeróbica seguida por una extracción con solventes (Hexano y Etanol) pero no es adecuada para los usos debido a que desea obtener un alto rendimiento en la obtención de vitaminas junto con el aceite en general. La fermentación anaeróbica provoca una degradación tanto de los nutrientes como de los ácidos grasos y finalmente los solventes acabarían con la poca calidad restante del producto. Esta tecnología bien se podría emplear para obtener el faltante de aceite que se queda en los tejidos de la pulpa. Esta tecnología tiene un rendimiento entre el 90 y 95%

El proceso que resulta más adecuado será el que se presenta en el diagrama IV.2.

El grado de disgregación, se hace por medio de un molino de martillo que triturará al fruto hasta lograr partículas de medida granular para que la extracción del aceite se facilite. Estas partículas de pulpa se mezclan con agua hasta lograr una mezcla lo más homogénea posible.

Descripción de Proceso

A continuación se describe el proceso a través de cada una de equipo que lo conforman.

Banda de Selección

La fruta, se descargará de el transporte a una banda. La selección se llevará a cabo allí mismo. Si se desea que el aceite provenga única y exclusivamente de la pulpa, se puede también retirar el hueso y/o la cascara por medios manuales. Para ello se requiere más personal. Esta etapa también sería deseable porque de esa forma se hace una inspección más profunda. Esta última no es esencial por razones que se ha descrito, pero si sería prudente para una empresa en la cual se toma muy en cuenta el control de calidad de la materia prima y en especial cuando la fruta tiene cierto grado de madurez. Lo que se busca en estos casos son manchas en la cáscara, brillo del fruto, tamaño, manchas en la pulpa y de ser posible el olor.

La selección se hace visualmente por 2 personas encargadas de retirar de la banda frutas con las siguientes características:

- Fruta demasiado suave al grado que muestre descomposición.

- Fruta que tenga la pulpa despegada de la cascara externa (esto se detecta inspeccionándola con las manos).
- Fruta con manchas negras en su interior.
- Fruta con manchas en el exterior. (debe diferenciarse de la fruta que ha sido golpeada o raspada que no perjudica la calidad del aceite)
- Fruta que al cortarse tenga mal olor.
- Fruta que tenga manchas en la pulpa de color obscuro.
- Gusanos

Toda la fruta que tenga una o más de estas características deberá retirarse de la banda y desecharse.

La banda de selección deberá descargar directamente al molino.

Trituración y Molido

La eficacia de la extracción de todos los aceites vegetales, de pescado y provenientes de frutas aumenta al disminuir el tamaño de las partículas con las que se trabaja.

El primer paso después de seleccionar consiste en triturar la fruta que sale de la banda

El tamaño medio de las partículas debe ser granular. El equipo debe estar diseñado para manejar diferentes texturas y especialmente, material húmedo. Muchos molinos no pueden manejar este tipo de materiales porque los ductos se bloquean al paso del material húmedo y oleoso. En la bibliografía¹ se describe el uso de molinos tipo Kolloplex (Alpine American Corp.) diseñados para evitar los problemas por humedad. Estos molinos son de tipo martillo con dos discos giratorios. Son muy empleados en la industria de los alimentos.

Como resultado se obtiene un molido de la pulpa del aguacate y partículas sólidas provenientes de la cáscara y hueso. Por la rigidez del hueso del aguacate, solo una pequeña fracción de aceite proveniente del mismo será extraída de sus tejidos. Este aceite se diluirá en el aceite final

¹ Perry y Green op. cit

y además no existen problemas con los componentes obtenidos de esta sección del fruto. Este procedimiento aportará al aceite la fracción de sustancias insaponificables que provienen del hueso.

Mezclado-Homogeneizado

La fruta picada a un diámetro determinado, no terminará con el pulpeado. Después de molida la fruta, se debe mezclar con agua y lograr una pasta homogénea. Obtenida dicha pasta el pulpeado esta terminado. La mezcla que contiene al aceite empieza con el proceso de separación. El equipo necesario será un tanque de agitación. La operación de esta etapa se puede hacer intermitente o bajo régimen continuo. La operación bajo régimen continuo es difícil de especificar porque las diferentes variedades de aguacate tendrán un tiempo de homogeneización diferente, tampoco es de esperarse que toda la fruta que entre al proceso tenga las mismas proporciones de variedades, estado de madurez porque las variedades cuentan con distintas características en cuanto a rigidez y componentes relacionadas con la tierra, alimentación, condiciones de crecimiento etc.

La operación intermitente como la continua son adecuados, aunque aquí se considerará la operación continua donde se tiene un tiempo de residencia promedio basado en un tiempo de homogeneización promedio, que es el punto en el que la mezcla está correctamente mezclada y homogeneizada con el agua.

Los tanques deben estar especificados para mezclar compuestos con viscosidades medianas y para lograr una alta calidad en el mezclado. Para ello se emplean agitadores tipo Ribbon, de Ancla y en forma de Z. Para este tipo de mezclado no se recomienda el uso de camas fluidizadas porque el aire que se hace pasar por la mezcla puede causar oxidación en el aceite.

Para el triturado y pulpeado se puede considerar el uso de sistemas integrados para obtener una dispersión de las partículas más efectiva. Estos son los denominados Mezcladores dinámicos en línea (In-Line Dynamic Mixers). Estos mezcladores serán los más eficientes para liberar y emulsionar el aceite atrapado en los tejidos del fruto. Este tipo de mezcladores se emplean generalmente para integrar perfectamente ingredientes en formulaciones que pueden ser inmiscibles. Estos mezcladores que trabajan en forma continua pueden proveer la máxima liberación de aceite en los tejidos debido a la fuerza del mezclado. Serán los más adecuados para una operación continua pero para especificar

uno se deben realizar pruebas y consultar los diseños del fabricante.

Deben mezclarse 3 partes de agua por una de pulpa triturada. La pulpa con el agua debe mezclarse por 30 minutos a 75 °C.

Decantación-Filtración

La primera etapa de centrifugación tendrá la función principal de separar todas las partículas sólidas que permanezcan en la mezcla junto con el agua por un lado y el aceite por otro. El equipo que posteriormente procesará el aceite sin partículas sólidas no estará diseñado para manejar la masa sólida con las características y en la cantidad que en esta etapa se encuentran. De allí la importancia de este equipo.

Existen variables que son determinantes para aumentar la eficiencia de la extracción. El pH, la temperatura de operación fueron reportados en la bibliografía¹ a 75 °C, pH a 5.5 y contenido de sal a 5%. Sin embargo no es conveniente emplear sal para mejorar la separación, porque aumentará la corrosión en el equipo disminuyendo considerablemente el tiempo de vida del este y aumentando los costos de operación por concepto de mantenimiento. Se cree que la sal aumenta el peso específico del agua ayudando a la separación por centrifugación.

Las altas temperaturas inhiben la acción de enzimas que causan la oxidación del aceite, sin afectar a otras enzimas como las pelúlicas y celulíticas que causan descomposición de las membranas celulares, permitiendo la salida del aceite. La acción conjunta de todas estas enzimas no es entendida del todo, pero los efectos globales a temperaturas determinadas ha sido evaluada por los investigadores. Por medio de esta tecnología la concentración de clorofila puede llegar a ser de hasta 41.3 ppm en el aceite crudo y la mayoría de este contenido se pierde si se refina. Es necesario cuidar que el aceite esté bien resguardado de la luz durante todas las etapas de almacenamiento, porque la clorofila tiene funciones de oxidación en los ciclos de fotosíntesis lo que ocasiona una oxidación rápida de aceite.

¹ Weerman y Neerman "Avocado Oil Production and Chemical Characteristics"

La separación del aceite se hace a unas 1800 rpm en una centrifuga SRP Alfalaval de tres pasos. Los discos son de 84.5 mm de diámetro y el tiempo de descarga será de 6 minutos. La eficiencia reportada fue del 74%¹, pero de acuerdo con otras fuentes la eficiencia puede variar drásticamente. Weerman et. al. también coincide con esta cifra reportando un 72.7% de eficiencia máxima a las condiciones establecidas sin el uso de sal.

El producto se separa de las partículas más duras y difíciles de tratar por medio de filtración, que provienen del hueso del fruto y de la cáscara. El producto se mezcla con agua caliente.

Centrifugación I (Separación Sólidos-Agua-Aceite)

Estas dos etapas de separación iniciales, son necesarias para operar en forma eficiente a los separadores centrifugos. Las centrifugadoras, requieren de la aplicación de una enorme fuerza para realizar su función. En la etapa de molido, se generan varios tamaños de partículas. Estas partículas tienen un tamaño promedio que es el que se especifica. El funcionamiento se determina en base a la separación eficiente de estas partículas.

También se busca separar los residuos de aceite que permanecen en la fase acuosa de la decantación, recuperando entre el 8 y 5% del aceite.

La centrifugadora tiene la función de eliminar dos problemas principales:

-la recuperación del aceite que permanece en la fase acuosa y que comprende del 5 al 8% del aceite que se extrae del fruto.

-Permite reducir los riesgos de descarga de aceite al medio reduciendo la contaminación ambiental y en particular a los mantos acuíferos.

El empleo del separador centrifugo, podría no justificarse del todo cuando los precios del fruto sean bajos, pero en el caso de que los precios se eleven drásticamente, puede ser necesaria la recuperación más eficiente del producto.

¹ Menchún et. al 1976 cit. por Sanchez C.

Tanque de Sedimentación o Centrifugación II (Separación Sólido-Líquido)

Las partículas obtenidas en el molido tienen una dispersión en sus tamaños y de la misma operación se obtienen partículas sólidas muy pequeñas que no podrán ser separadas ni por la decantación o por un tamiz. Quedarán atrapados en la fase oleosa que resulta de la separación entre el agua y el aceite. La separación que se obtiene en este paso es solo parcial.

Esta última etapa tiene como objetivo, eliminar las partículas más pequeñas obtenidas en la etapa de molido. Se puede separar por sedimentación o por medio de una nueva centrifugación. La decisión se hace en base a la disponibilidad de transporte, a la carga, a la capacidad y características de almacén. En esta tesis, se considerará que la operación se logra por medio de una separación centrífuga, debido a la disponibilidad de energía, el transporte que existen y la rentabilidad del proyecto. También sirve para retirar la humedad que persiste en el aceite.

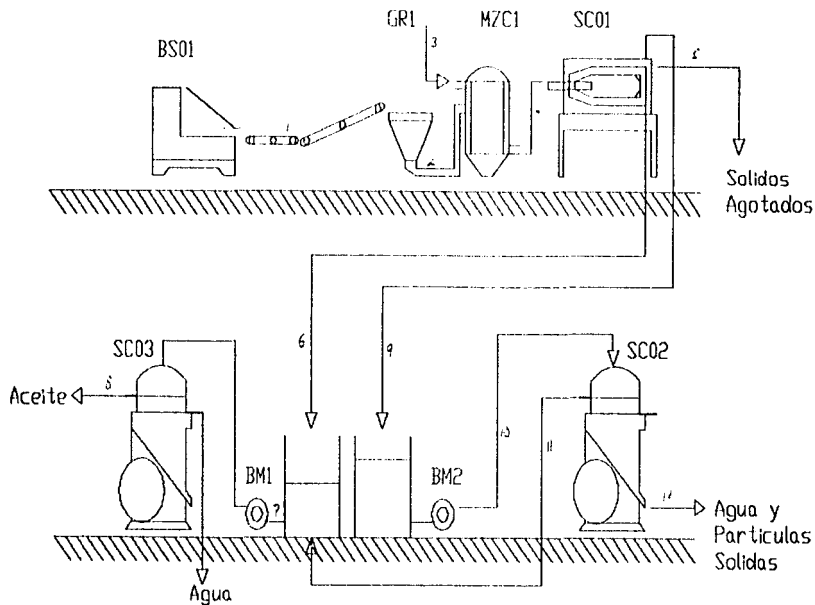
Al incluir una segunda centrifugadora, se deben explorar las posibilidades en cuanto al orden de las separaciones.¹

¹ La descripción de este proceso es la misma empleada para la extracción de aceite de oliva y descrita por la Alfa Laval. ref. "Producción Análisis y Control de Grasas y Aceites" A. Madrid Vicente, España.

Diagrama IV.2

BS01 Banda de Selección
GR1 Molino de Martillos
MZC1 Mezcladora
BM1 y BM2 Bombas

SC01 Decantador de tres Fases
SC02 Separador Centrifugo
SC03 Separador Centrifugo



Refinación de las Grasas y Aceites

Cuando el aceite de aguacate se obtiene por centrifugación como lo hemos descrito, la substancia resultante es de color verde oscuro muy intenso. Por esta razón el aceite debe ser sometido a un tratamiento para eliminar el color y el olor. El grado de eliminación, se hace generalmente bajo las especificaciones del comprador o el mismo comprador puede encargarse de obtener las propiedades deseadas. El tratamiento de los aceites afecta en su medida la calidad del mismo.

Debido a que las especificaciones del aceite como materia prima pueden cambiar mucho, de acuerdo con las necesidades del cliente, se deben tomar en cuenta las especificaciones y prever que en base a ellas los cambios. Para evitar realizar una inversión completa en una planta de refinamiento, las posibilidades de asociación con plantas intermitentes para el tratamiento de otros aceites y grasas es posible. Las plantas intermitentes ofrecen la posibilidad de tratar distintos tipos de aceites y se puede pagar por la maquila requerida.

Tratamiento del Aceite

Anteriormente se ha mencionado que el aceite puede orientarse a otros mercados como el comestible. Para ello se requiere de tratamientos para eliminar el olor y el color. También se deben eliminar otras propiedades no deseables. Las etapas se describen a continuación:

Neutralización. Con la neutralización se pretende reducir la acidez que tiene el aceite crudo y es la primera y única etapa que podemos considerar como obligatoria no importando a que mercado se oriente. Durante esta etapa, se añade sosa a una velocidad muy baja para evitar una posible degradación de el aceite por la basicidad.

Desgomado. Con el desgomado se retiran las gomas y fosfátidos presentes en los aceites vegetales. Esta operación se realiza con acetona y que le quita el sabor amargo al aceite.

Clarificación. Con carbón activado y tierra fuller. La clarificación es necesaria cuando la cáscara del fruto no es retirada, de lo contrario el color verde es muy intenso. Aun después de la

clarificación cierto tono en verde o amarillo se conserva. En la bibliografía se sugiere como opción precipitar la clorofila con ácido fosfórico¹. Cuando es necesario, se puede requerir de otros tratamientos como lo es la deodorización,

La refinación no se estudia a profundidad en esta tesis, pero en la bibliografía este tema se abarca, ampliamente²

El Almacenamiento

La planta debe tener una cierta capacidad para almacenar aceite, debido a que no se estará produciendo todo el año. Esto con el objeto de no perder presencia en el mercado. El no poder proveer de materia prima a ciertos clientes implica perder y recuperar una fracción del mercado cada año. El tener capacidad de almacenamiento relativamente grande, implica poder resolver los siguientes problemas:

- El abasto de aceite de aguacate a los compradores durante los meses de escasa producción del fruto.
- El abasto, aún durante una falla en la planta la cual implique que esta se deba detener.
- Justifica el uso del sobrediseño de planta para poder almacenar la fracción restante de aceite durante los meses de producción.

De esta velocidad de producción y las ventas pueden ser diferentes. Durante los meses de alta producción, se debe almacenar el producto. Es decir que la velocidad de ventas es menor al de producción. Durante los meses en los que la producción se reduce substancialmente (y durante épocas se detiene) la velocidad de ventas es mayor al de producción. Ello provoca que los costos de almacenamiento y de inventarios sean mayores a lo que son en otras industrias con velocidades de producción y ventas iguales. Para la evaluación del proyecto, se considera que estas dos velocidades

¹ Southwell et. al, op. cit.

² Hoffman G.

son las mismas. Esto procurando vender todo lo que se produce en el año, para que a la fecha de corte se haya vendido lo mismo que se produjo.

Crecimiento

El crecimiento en la capacidad de producción de aceite de aguacate, es un factor que se debe tomar muy en cuenta para poder lograr un proyecto de éxito y de larga vida. Esta tesis estudia la posibilidad de producir aceite de aguacate pero sin mucha información sobre las características del mercado. Generalmente esta información resultaría imprescindible para poder trazar las tendencias del consumo y producción. Debido a que no existe, será necesario estimar en base a información que se relaciona indirectamente con el consumo del aceite.

Por estas características, en esta tesis no recomendaría una limitación en cuanto a la producción de aceite sino un plan muy amplio que concierna la instalación de otras plantas que extraigan el aceite en otros puntos del Estado de Michoacán como lo sería Uruapan. El crecimiento se daría en base a la información que se iría generando posiblemente desarrollando consecuentemente diferentes puntos de producción en el estado. De esta forma se aseguraría una producción más continua y menos dependiente del temporal en cada zona. Todos los centros de producción coordinados por una sola administración a donde el aceite será refinado y almacenado en una planta mayor con mejores servicios y ubicación. Otra forma de crecimiento se daría por medio de un aumento en los trenes de producción de la misma planta. Esto dependerá de los costos de transporte, de los costos de operación en los diferentes centros de acopio y de las políticas de la empresa.

Balance de Materia

Se procesarán 1.56 Toneladas de aguacate por hora

Se obtendrán aproximadamente 0.390625 toneladas de aceite de aguacate por hora, o 390.62 kg por hora de aceite de aguacate.

Corriente	Temperatura	Flujo Másico	%de agua	%de Aceite
1	Ambiente	26.04167 kg/min	60	25
2	Ambiente	26.04167 kg/min	60	25
3	Ambiente	76.125 kg/min	100	0
4	75 °C	104.0667 kg/min	89.99	6.25
5	75 °C	6.51 kg/min	---	25
6	75 °C	4.8828 kg/min	2	98
7	Ambiente	6.4453 kg/min	0	100
8	Ambiente	6.4453 kg/min	0	100
9	Ambiente	96.35417 kg/min	98.37	1.621
10	Ambiente	96.35417 kg/min	98.37	1.621
11	Ambiente	1.5625 kg/min	2	980
12	Ambiente	94.79167 kg/min	100	0

Tabla III.4

Especificación del Equipo

El equipo se especificó en base a la capacidad preestablecida y en función de las variables de proceso descritas durante la descripción del proceso

La especificación de los equipos es necesaria para la evaluación del costo de la planta.

<i>Equipo</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Requerimiento de Servicios</i>
Seleccionador (BS01)	1 5624 ton /h	--
Molino (GR1)	1 5624 ton /h	--
Mezcladora (MZC1)	3.156 m ³	26 kg/min de vapor
Decantador (SC01)	6600 l/h	14,000 kw/h
Tanque (TM1)	6 m ³	-
Centrifugadora (SC02)	10000 l/h	14,000 kw/h
Tanque (TM2)	6 m ³	
Centrifugadora (SC03)	10000 l/h	14,000 kw/h
2 Tanques de Almacenamiento	55 m ³ c/u	

Tabla III. 5 (Especificación del equipo de proceso)

El Mercado

En todo el mundo, el bombardeo de la información que concierne a la salud está provocando que la gente tome conciencia sobre diversos aspectos preventivos de enfermedades. Aunque la obesidad sigue siendo un problema que va en aumento, la gente ha decidido cuidarse contra los efectos del envejecimiento y enfermedades como el cáncer de la piel. La nueva conciencia combinada con la siempre existente vanidad de hombres y mujeres, ha provocado que la cantidad de artículos desarrollados con el fin del cuidado personal, haya tenido un crecimiento importante. Este ha sido un proceso generalizado por la enorme rapidez con la que se difunde la información sobre la salud y una neurosis de la gente que cada vez es más profusa. Las compañías han fomentado esta neurosis porque de esta forma venden más productos a sabiendas de que la gente en general, preferirá untar cremas y tónicos antes de hacer ejercicio y dejar de comer y beber demasiado. De allí, que hoy en día los productos de cosmetología tengan materias tan diversas que van desde el poliacrilonitrilo (que también se emplea en la fabricación de textiles y para empacar alimentos) hasta diferentes aceites y grasas.

El estudio de las características del mercado es un proceso muy complejo. Es muy difícil poder realizar un análisis acertado sobre la situación nacional e internacional. El uso relativamente limitado es resultado de los precios altos que a su vez son propiciados por una baja producción. Es de esperarse que las conclusiones inferidas en esta tesis a partir de la poca información existente, se deben tomar con precaución. En parte es esta condición que permite al proyecto ser atractivo. Como el aceite no es un producto que se ha explotado al máximo, entonces las posibilidades de desarrollo y perspectivas son más factibles para un pequeño empresario.

Especificación de los Productos de la Competencia y Comparación entre las Diferentes Tecnologías de Fabricantes

- El aceite se puede destinar a 3 usos principales :
- Como aceite comestible
 - Como materia prima para cosméticos
 - Como materia prima para farmacia

El consumo final que se le dará a los productos depende de la trayectoria por la que pasa el aceite al extraerse del fruto. Las principales variables que orientan al aceite a un mercado determinado son las siguientes:

Fracción del Fruto que se procesa. - De acuerdo con la fracción que se procesa (la pulpa y/o el hueso) el fruto se orientará al consumo de Cosmetología y/o Farmacia. Mientras mayor sea la fracción del hueso más compuestos con propiedades curativas tendrá el aceite.

Refinación

El grado de refinación es muy variable porque los tratamientos químicos y físicos a los que se expone el aceite determinarán el grado de deterioro y extracción de ciertas sustancias deseables y no deseables.

Este puede variar pero en esta tesis reconocemos que la producción de aceite de aguacate "Crudo" es el más versátil. No es necesario considerar la refinación como parte de la planta aquí estudiada. A continuación en la tabla IV.1 se muestran los diferentes productos obtenibles y sus mercados correspondientes:

Mercado	Tecnología de Extracción	Fracción(es) de Fruto procesados.	Requerimientos
a) Farmacia	Solventes	Hueso/Pulpa	Variables
b) Farmacia	Solventes	Hueso	Variables
c) Cosmetología/ Farmacia	Centrifugación	Todo el Fruto	Alto contenido alimenticio
d) Cosmetología	Centrifugación	Pulpa	Alto Contenido alimenticio
e) Comestible	Solventes/Prensado	Pulpa	Refinación

Tabla IV.1

Las variantes dentro de este mercados existen y es necesario especificar el mercado en el que se está interesado para decidir muchos factores técnicos. El consumo final dentro de estas categorías también es muy diverso y por esta razón el número de compañías que se dedican a comerciar con el Aceite de Aguacate está creciendo rápidamente.

a) Tanto la pulpa como el hueso contienen materia insaponificable cuyo contenido químico es desconocido en su mayor parte. Al extraer el aceite con solventes esta materia se conserva y mantiene el contenido más alto comparado con otras tecnologías. El aceite obtenido con Etanol registra un contenido de insaponificables de hasta 8.1% a partir de los residuos sólidos¹.

b) En el segundo caso el aceite también se orienta a cubrir necesidades farmacéuticas. A nivel industrial la materia de insaponificables se extrae mejor con solventes como el Hexano. En este caso el mismo aceite carece mucha diversidad de nutrientes porque no funciona como medio de extracción para la materia soluble en agua. Al mismo tiempo se ha encontrado que la mayor cantidad de sustancias tóxicas se encuentran en el hueso y en la cáscara. En la medicina tradicional mexicana estas dos partes son fundamentales para preparar remedios contra parásitos².

c) En el mercado actual la producción industrial extracción por medio de solventes nos resulta en un 1.95% de materia insaponificable que es la máxima cantidad que podemos esperar, mientras que las industrias que obtienen su producto por centrifugación, mantienen un máximo de 1.4% en su aceite crudo y 1.35% en su aceite refinado. En este caso la industria farmacéutica prefiere emplear el aceite por el contenido de insaponificables que es relativamente alto, pero también se mantienen los nutrientes de la pulpa. Se procesa todo el fruto para obtener los compuestos del hueso y la cáscara. Particularmente se desea obtener un contenido alto de clorofila que proviene de la cáscara por que le da un aspecto verde. Algunos consumidores pueden preferirlo así por que consideran que tiene un aspecto más "Natural".

¹ Weerman y Neerman "Avocado Oil Production and Chemical Characteristics"

² "Atlas de las plantas de la Medicina Tradicional Mexicana" No. 2 Editado por el Insituto Nacional Indigenista.

d) Cuando se procesa solo la pulpa se requiere de una mayor maquila manual pero se obtiene un aceite más claro (aunque todavía verde). El contenido de materia insaponificable es mucho menor pero todavía entra en las especificaciones de la industria de la cosmetología. Este aceite sería empleado también para obtener jabones ya que los otros medios como el prensado, son demasiado ineficientes para poder obtener buenas ganancias.

El aceite puede ser comestible, pero necesita pasar por un proceso de refinación que permitirá prolongar su vida de almacén y también se le debe ser envasar correctamente para su distribución. Bizmania y colaboradores¹ propusieron en su artículo la obtención de un aceite de aguacate mediante el prensado, de forma que con esta tecnología las poblaciones aisladas puedan substituir las grasas animales y otros aceites que de otra forma tendrían que comprar. El artículo propone pasos demasiado complicados como el rebano manual del fruto para después secarlo al sol. Aunque es una posibilidad distante, el aceite podría llegar a abarcar el mercado de ciertos aceites vegetales y grasas para cocinar. Esto sería más factible en nuestro país donde otros aceites serían desplazados con mayor facilidad.

e) El aceite de aguacate obtenido a partir de la extracción con solventes y por prensado también pueden emplearse para la producción de jabones y consumo humano. Este tipo de aceite será el de menor calidad (en términos nutritivos) que puede resultar de desechos no deseables. Si tiene un bajo contenido de insaponificables, alto grado de oxidación y pocos nutrientes, entonces carece de un interés real para su industrialización en las áreas mencionadas anteriormente y lo más adecuado es emplearlo para fabricar jabón. Estos jabones son preferidos por que tienen la característica de formar emulsiones muy finas. A pesar de esto su comercialización puede ser difícil debido a que existen compañías grandes que venden productos con estas características y con mucho éxito. Es más complicado cuando se desea abarcar un mercado de este tipo porque se pueden comercializar jabones de glicerina con solo un 0.03% de contenido de aceite de aguacate.

El aceite refinado. - Como se mencionó, tiene un mercado definido y la refinación es necesaria para poder surtir a consumidores con necesidades específicas. En alguna etapa del proyecto, puede

¹ Bizmania V. Et al "Avocado Oil Extracion with Appropriate Technology for Developing Countries" Jour. of the Am. oil and oil chem. soc, Vol. 70 No. 8, 1993.

ser necesario refinar el aceite para encontrar una salida más al producto, aunque este no sea el mercado deseado en un principio . Para algunas empresas es conveniente, mantener un mercado diverso. De esta forma se tienen opciones de comercialización. El aceite refinado representa otro mercado que no podemos acceder sin los tratamientos que corresponden. Dichos tratamientos de decoloración, neutralización y desgomado se pueden lograr contratando una planta que refine otros aceites y que sea de funcionamiento intermitente.

El Mercado Nacional

Como sucede con muchos estudios de mercado, la información disponible no es muy buena o es inexistente. El mercado del aceite de aguacate a nivel nacional, es uno bastante limitado comparado con el de otros productos. Existen pocos consumidores que requerirán del producto en grandes volúmenes. Aunque la producción no ha aumentado lo suficiente para lograr un abaratamiento del producto, diversas compañías se han percatado de su potencial como materia prima.

A menudeo en la Ciudad de México el aceite alcanza un precio exageradamente elevado por tratarse de un producto escaso.

En Michoacán una buena parte del aceite obtenido, se manda fuera del país. Otra fracción se comienza a industrializar por compañías con el fin de elaborar productos terminados.

En México, el aceite se puede consumir por medio de los cosméticos. La mayor parte de los productos son costosos y se ubican por encima del poder adquisitivo promedio de la población. Específicamente los productos se orientan a una mercado compuesto por individuos de clase alta y media alta. Esta es la misma tendencia que se ha venido dando con los cosméticos importados y que generalmente son marcas orientadas a grupos muy definidos de la sociedad. Al desarrollarse una estrategia de comercialización con productos de este tipo se debería estudiar la posibilidad de abaratar los productos para obtener mayores utilidades vendiendo un mayor volumen.

La Fabricación de Cremas

En forma indirecta, se pueden estudiar las tendencias generales de algunos productos para los cuales se emplea el aceite de aguacate. Cuando se dio la descripción del producto, se estableció que el aceite sirve como medio para sustancias liposolubles que se desea, entren por la piel. También se describió al aceite como una base que serviría para cremas cuando se emplea como fijador de perfumes. Como no existe información directa relacionada con los hábitos de consumo de aceite de aguacate en nuestro país, entonces se decidió que para esta tesis se deberían estudiar las tendencias los productos que posiblemente sean formulados en un futuro no muy lejano con él.

Algunas cifras que muestran el crecimiento de la Industria Cosmetológica Mexicana se muestran abajo:

Según el anuario estadístico de la Cámara Nacional de la Industria de la Perfumería y Cosmetología, en 1994 la industria de la cosmetología creció 11.5 % mientras que el de la perfumería creció 4.1%. En 1993 el sector de cremas creció 23% con respecto a 1992.

En México solo 20 empresas controlan el 85% la facturación. En 1994 se invirtieron 4,125 millones de pesos lo que representa un crecimiento de 19.3% con respecto al año anterior.

En la tabla IV.2 se muestra el crecimiento comparado de las cremas con otros grupos de productos importantes:

Sector	% de Crecimiento
Fragancias	1.9
Tocador	9.6
Cremas	12.9
Otros	30

Tabla IV.2

Es factible que el aceite de aguacate pueda formar parte en las formulaciones de cremas y en algunos de los artículos de tocador.

En la industria de los cosméticos, la producción de cremas representa el 18.4% de la producción total en la industria. El segundo grupo de productos es el de las fragancias que representan un 16.8%.

En términos de volúmenes de ventas las cremas vendieron 993,104 miles de Nuevos pesos para 1994. Eso significó un total de 2,928 miles de kg.

Para los humectantes se produjeron 3,528 miles de kgs mientras que los tratamientos especiales sumaron 616 miles de kg. Las mascarillas a su vez 132 miles de kg en el mismo año¹.

El aceite de aguacate se ha podido incorporar con mucho éxito a cremas de uso diario, mascarillas. No sería de extrañar que cada día más compañías incorporen a sus productos el aceite de aguacate, de la misma forma en que lo han venido haciendo con el aceite de castor y de coco. El aceite de coco tiene tal aceptación, que incluso se le ha designado un índice de precios reportado en el "Chemical Marketing Reporter" donde se reporta en cada publicación el aumento o decremento de su precio con respecto a diferentes meses y años. Con un crecimiento del 23% de 1993 a 1994 el interés en estos productos se vuelve cada vez mayor.

En esta tesis no se consideraron los valores para los años 1995 ni 1996, porque además de que no se encontraban disponibles, estos son años atípicos que reflejan una caída drástica del mercado en todos los sectores. Sin embargo se considerará que este crecimiento permanecerá a largo plazo porque marca una tendencia en el uso de los productos de cosmetología en nuestro país.

¹ Memoria Estadística 1993 y 1994 de la Cámara Nacional de la Industria de la Perfumería y Cosmetología.

El Mercado Internacional

Compradores en el extranjero

Uno de los principales mercados que se ha considerar será el de las compañías que surten aceite de aguacate a menudeo y mayoreo (intermediarios) y que están localizados en Estados Unidos, Francia y Alemania. Estas compañías venden el aceite sin procesar y por otro lado elaboran formulaciones para la base de las cremas, geles etc. Estas a su vez serán vendidas como materia prima donde otras compañías solo tendrán que añadir perfumes u otros ingredientes para envasarlo y comercializarlo. Algunas de estas compañías se anuncian en publicaciones periódicas¹ anunciando el aceite crudo o incorporado.

La cantidad de proveedores de aceite de aguacate crudo, refinado o incorporado han aumentado considerablemente en los últimos años. En la revista "Journal of Cosmetology" se enlistan proveedores de materia prima. En el catálogo de Julio de 1992 aparecieron solo 2 proveedores de Aceite de Aguacate. Para 1995 se contaron 22 proveedores de aceite de aguacate y productos formulados con él. En cuanto a las tendencias de la demanda, no se encontró durante la revisión bibliográfica, datos específicos salvo por algunas generalidades sin la validez necesaria para ser reportadas.

A nivel internacional el producto estará orientado a surtir compañías que elaboran cosméticos y en menor grado a abastecer a la demanda de compañías que comercializan con él. Es necesario producir un aceite de aguacate, con una alta pureza y con una calidad constante (dentro de lo posible). Como el aceite se empleará para producir cosméticos entonces se debe apegar a las reglas y normas de salubridad. Como una fracción de la producción estará orientada a surtir a compañías fuera del país, entonces la calidad debe apegarse a las normas de la FDA (Food and Drug Administration) de los Estados Unidos y de las normas en la Comunidad Europea. Todos estos países que están involucrados representan una oportunidad para comercializar el producto porque tienen una fuerte tradición en su industria de la cosmetológica.

¹ Journal of Cosmetology

El Consumo en el Extranjero

Los cosméticos son bienes de segunda o tercera necesidad. Son bienes superfluos que se venden mejor en países con un mayor desarrollo al de México. En nuestro país este tipo de artículos son fuertemente afectados durante una recesión y más aun durante una crisis. Cuando el presupuesto para el gasto de la gente se ve disminuido, entonces varios de los artículos de tercera necesidad son eliminados de inmediato. Al tener otras opciones en el mercado internacional podemos asegurar mayores posibilidades para la existencia de las ventas.

La demanda de productos con ingredientes naturales, es una tendencia casi de moda en los países del primer mundo. En términos generales la vasta información que se está generando en torno a los daños y beneficios que procuran los ingredientes de los cosméticos, está provocando que el consumidor prefiera productos de origen frutal y vegetal. Resultado también de la información que hasta cierto punto es manipulada por las firmas de cosmetología en todo el mundo.

La Oferta Internacional

Durante la revisión bibliográfica de esta tesis, solo se encontró 1 artículo referente al volumen de producción de aceite de aguacate en los Estados Unidos¹. La producción es demasiado baja aun, por esto no se le ha prestado mucha atención. En dicho artículo, se hizo mención de la producción estimada de aceite de aguacate en el estado de California, pero data de 1983 y no ofrece información relevante al mercado actual. Además refiere principalmente a la situación del fruto, específicamente sobre la necesidad que existiría de procesar los nuevos excedentes por generarse. En aquel entonces se estimó que la producción de aceite de aguacate incrementaría a 500,000.lb/año.

La oferta internacional está definida por países como Estados Unidos, Francia y Alemania. México no tiene una gran capacidad instalada para poder producir aceite de aguacate a pesar de todas las ventajas que posee.

En Europa se produce aceite de aguacate. La materia prima proviene de Israel, por lo cual las ventajas que tiene México sobre los otros países son evidentes.

¹ "Avocado oil producers seek larger market share" Chemical Marketing Reporter Vol. 233, No. 2, pag 18, 1983.

Estados Unidos produce aceite de aguacate a un alto coste, porque la materia prima es cara. Los aguacates que cultivan en California (principal estado productor) son de alto costo por las condiciones adversas. De Igual forma Alemania tiene altos costos de producción por el transporte requerido desde Israel hasta Alemania, y a su vez el alto costo de producción del aguacate en el desierto de Israel. Esto coloca a México en una posición potencialmente estratégica, para poder lograr una alta producción combinada con precios bajos de proceso y alta calidad.

En México el aguacate que se cultiva, es predominantemente Hass. Esta variedad que se ha descrito es la de mayor contenido de aceite por cada kg de masa. Si el aceite se produce cerca del lugar donde se cultivan los frutos, las siguientes ventajas se logran.

1.- Se elimina la necesidad por parte de la planta de transportar el aguacate hasta el lugar deseado obteniendo ventajas en la movilización de la materia prima y reduciendo costos por el transporte del agua en el fruto.

2.- Se procesa un aguacate con un contenido mucho más alto de aceite. Las variedades que se cultivan en Israel tienen un contenido de aceite menor al del fruto mexicano.

3.- El costo de la materia prima en México será mucho más bajo al de cualquier otro lugar.

Debido a que no se ha desarrollado el mercado plenamente, se puede prever que los países con mayor producción de aguacate sean los que pueden desarrollar plantas para procesar el fruto y obtener aceite entre otras cosas. Se debe estudiar el aumento en la producción de aguacate para así poder localizar a los posibles futuros competidores.

Productos Substitutivos

-El aceite de aguacate puede substituir a la Lanolina como saponificador, debido a que no produce reacciones alérgicas a la piel.

-El aceite posee grandes propiedades de absorción perfumes y por lo tanto podrá competir con diversas sustancias que tienen este propósito en la industria de la perfumería.

-Se puede emplear como ingrediente en la fabricación de cremas que funcionan como filtros contra la luz ultravioleta.

-Como ingrediente adicional a medicamentos que requieren de un vehículo para la absorción de sustancias en la piel.

Usos Nuevos y Futuros

Aceite comestible

El consumo de aceite de aguacate ha sido mayor en la fabricación de jabones y cosméticos, pero tiene posibilidades si se cotiza como sustituto para otros aceites empleados en la elaboración de alimentos i.e. como aderezo para ensaladas. Para ello puede llegar a ser necesario realizar procesos posteriores de hidrogenación con lo que se ampliaría su forma de comercializarlo. Con la hidrogenación cambia la textura para convertir al aceite en productos destinados a otros usos y destinado a otros mercados.

Si el aceite se piensa hidrogenar entonces es necesario establecer la calidad del aceite que se destinará a este uso.

Un aceite de aguacate para cocinar podría considerarse como sustituto a los aceites caros de buena calidad, como lo son los aceites españoles de oliva. El valor nutritivo del aceite de aguacate es un factor a tomar en cuenta. También se deben estudiar nuevos sistemas de envasado, asepsia y se deben manejar conceptos diferentes en cuanto a la mercadotecnia y la distribución del producto.

En la actualidad se vende aceite de aguacate para consumo pero se orienta más como un "delicatessen" limitado a un mercado muy específico. Por eso pocas personas piensan seriamente en comprar el aceite, menos aun en nuestro país. Aunque se puede conseguir aceite para cocinar en la actualidad este debe considerarse como un proyecto futuro que requiere de una inversión alta con el objetivo de abrir el mercado

Precios

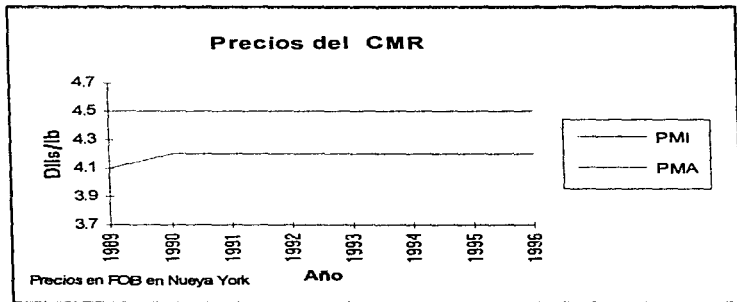
En el "Chemical Marketing Reporter" aparece un rango de precios para el aceite de aguacate. Los precios varían según si el aceite está refinado.

Se encontró que los precios son muy elevados en el mercado americano, pero los precios no han cambiado desde antes de 1990. El precio se reportó de 4.2 hasta 4.5 dólares por lb. 4.2 dls/lb refiere al aceite crudo y 4.5 dls/lb refiere al aceite refinado FOB en Nueva York, E.U. Estos son precios a mayoreo y el comprador está obligado a comprar aceite en grandes volúmenes. La publicación no especifica la calidad ni el fabricante.

A menudo el aceite puede tener un precio mucho más elevado por ser un producto sin un mercado tan vasto como el del aceite de coco.

En el ramo de los alimentos el único aceite comestible que se encontró tenía un precio de 55.55 dólares por kg. La presentación era en botellas de 17.5 onzas.

En una farmacia del Centro de la Ciudad de México, se encontró que el precio de el aceite de aguacate ascendía a 700.00 Pesos por kg.



PMI.- Precio mínimo de venta a mayoreo

PMA.- Precio máximo de venta a mayoreo

Datos obtenidos a partir del CMR (Chemical Marketing Reporter)

Conclusiones sobre el Mercado

Es importante diferenciar entre un mercado casi inexistente y otro en pleno desarrollo. En diversos artículos encontrados durante la elaboración de esta tesis se encontraron muchos criterios unificados al comentar el aumento en el uso de aceites en diferentes sectores de la economía. El aumento en la demanda de aceite de aguacate es solo parte de la generalidad en el uso cada vez más frecuentes de los aceites. Para disminuir la incertidumbre que existe en torno a este producto posiblemente sea necesario realizar alianzas que aseguren de alguna forma u otra la venta del aceite. Incluso si eso involucra una reducción de los precios si es posible sacrificar un porción de este.

Evaluación Económica

Los Estimados de Costos de la Planta y el Error que Implican

La evaluación económica que se presenta aquí, es una evaluación preliminar. Como tal el error que se puede esperar ella en términos del capital requerido es del 30%. Generalmente se decide en base a estos estimados de costos si el proyecto se llevará a cabo o no. Elaborar una evaluación detallada, requiere de un diseño definitivo de la planta además de un costo adicional al proyecto. Se espera que el error disminuya substancialmente, cuando existe información disponible para respaldar los estimados. Esto no sucede para este proyecto que no cuenta con información que respalde estos estimados

Se puede llevar a cabo un estimado inicial de inversión, si se cuenta con más información de otras plantas construidas con anterioridad. Este dato funcionaría como una referencia inicial de inversión. Sin embargo para esta tesis no se encontraron datos que nos pudiesen guiar en ese aspecto.

Evaluación del Capital total de Inversión

Para evaluar el capital total de inversión los costos directos, indirectos y de manufactura se estiman por separado como se muestra en las tablas a lo largo de este capítulo. La forma en la cual estos costos se estiman, se describen a continuación.

Costos Directos

Equipo comprado

El equipo comprado consiste en:

2 tanques de almacenamiento, 2 tanques de proceso, 1 seleccionador, 1 molino, 1 mezcladora, 1 decantador y 2 separadores centrifugos con las capacidades que se especificaron en el capítulo anterior. Los costos de estos equipos se calcularon mediante gráficos de equipo en la bibliografía con

información de 1990ⁱ. Esta información se actualizó por medio de los índices de inflación en los Estados Unidosⁱⁱ. Al equipo también se le debe agregar un factor por los costos que implicaría el transporte a México, aranceles u otros equivalente al 20% del costo total.

Los costos por concepto del equipo se presentan en la tabla V.1.

Equipo	Costo 1990	Índice inflación ⁱⁱⁱ	Costo 1996
Seleccionador	\$ 110,600.00	1.1434	\$ 126,460.04
Molino	\$ 79,000.00	1.1434	\$ 90,328.00
Mezcladora	\$ 110,600.00	1.1434	\$ 126,460.00
Bomba de Sólidos	\$ 7,900.00	1.1434	\$ 9,032.86
Decantador	\$ 237,000.00	1.1434	\$ 270,985.80
Centrifugadora I	\$ 383,150.00	1.1434	\$ 438,093.71
Centrifugadora II	\$ 383,150.00	1.1434	\$ 438,093.71
\$1.00	\$ 110,600.00	1.1434	\$ 126,460.04
\$2.00	\$ 110,600.00	1.1434	\$ 126,460.04
Bombas Centrifugas	\$ 15,800.00	1.1434	\$ 18,065.72
Dos Tanques de Almacen	\$ 237,000.00	1.1434	\$ 270,985.80
Factor de Transporte		0.2	\$ 408,285.27
Total de Equipo			\$ 627,783.77

Tabla V.1 Costo de los principales equipos de proceso en pesos.

Instalación de los equipos

El costo de la instalación de los equipos se estimó como un porcentaje del costo del equipo. En el costo total de los equipos están incluidos los cimientos, la mano de obra, el material y las

ⁱ Peters Max S.; Timmerhaus Klaus D. "Plant Design and Economics for Chemical Engineers", McGraw-Hill, Inc. 1991, Singapore

ⁱⁱ Los índices de inflación se reportan cada mes en la revista *Chemical Engineering* editado por McGraw-Hill.

ⁱⁱⁱ Inflación calculada en base al Índice Marshall en el primer cuarto de cada año.

pruebas necesarias para verificar su funcionamiento. El estimado de este costo se muestra en la tabla V.2.

Equipo	Fracción del costo de adquisición	Costo de Instalación
<i>Seleccionador</i>	0.2	\$ 25,292.00
<i>Molino</i>	0.2	\$ 18,065.72
<i>Mezcladora</i>	0.2	\$ 25,292.00
<i>Bomba de Sólidos</i>	0.2	\$ 1,806.57
<i>Decantador</i>	0.3	\$ 81,295.74
<i>Centrifugadora I</i>	0.3	\$ 131,428.11
<i>Centrifugadora II</i>	0.3	\$ 131,428.11
<i>Tanque de Proceso 1</i>	0.4	\$ 50,584.02
<i>Tanque de Proceso 2</i>	0.4	\$ 50,584.02
<i>Bombas Centrifugas</i>	0.2	\$ 36,166.14
<i>Dos Tanques de Almacén</i>	0.4	\$ 108,394.32
Total de la Instalación		\$ 627,783.77

Tabla V.2 Costo de instalación de los equipos presentado en pesos

Aislamiento

En este proyecto no existe tubería ni equipo salvo por el tanque de agitación. Los costos del aislamiento en este equipo están incluidos en el mismo.

Instrumentación y controladores

El costo de los controladores y de la instalación de estos generalmente constituyen una fracción importante de la inversión y dependiendo del grado de control automatizado, el costo puede variar del 6 al 30% del costo del total el equipo comprado. Para una planta que maneja fluidos y sólidos el valor de los controladores se estiman en aproximadamente 13% del costo total del equipo y 3% de la inversión total.

Tubería

Para poder hacer un estimado del costo de la tubería, es necesario basar el estimado en plantas parecidas y depende del tipo de materiales que se emplean para construir los equipos. En una planta típica que maneja sólidos y líquidos el costo de la tubería se estima en 31% del costo total del equipo.

Instalaciones eléctricas

Normalmente el costo de la instalación eléctrica en una planta varía entre el 10 y 15% del costo del equipo. Para este proyecto se considerará el 15% por ser una zona rural. Los costos cubren el cableado, alumbrado, transformadores, servicio e instrumentación.

Edificios

El costo total que representa la construcción de los edificios, se distribuye entre la mano de obra, materiales y aditamentos que son necesarios para erigir un edificio. En este costo se incluyen los servicios como plomería, calentamiento, alumbrado, ventilación, etc. Para poder evaluar estos costos en función de la planta se estimó en 47% del costo total del equipo.

Desarrollo del sitio

Ello implica el bardado, nivelado del suelo, caminos, banquetas y jardines. Generalmente el costo se estima en un 15% del costo total de la maquinaria. Representa entre el 2 y 5% del capital fijo de inversión.

Servicios

como agua, vapor, electricidad, aire comprimido y gasolina. También el drenaje, los desperdicios sólidos, agua contra incendio. Están incluidos los costos relacionados con cafetería y enfermería. El costo necesario para cubrir estas necesidades se estimará en 55% del costo del equipo que es un valor promedio para una planta que maneja fluidos y sólidos. El costo disminuye si la planta trabaja a régimen continuo y con un solo producto. El costo de los servicios normalmente varía entre el 8 y 20% de la inversión capital (13% como promedio).

Tierra

El valor de la tierra en la cual se instalarán las facilidades es variable en cuanto al área y

servicios disponibles. El valor es más alto en un área altamente industrializada. Este no es el caso y se tomará el límite inferior de 4% del costo total de los equipos. Representa del 1 al 2% de la inversión total. Este es un costo no depreciable porque su valor está en función de la oferta y demanda.

El total de los costos directos (CD) se muestra en la tabla V.3 con todos sus conceptos individuales.

Concepto	Fracción ¹	CD
Instalación del Equipo	0.2563	\$ 627,783.77
Instrumentación y Controladores	0.13	\$ 318,462.51
Tuberías	0.31	\$ 759,410.61
Instalaciones Eléctricas	0.15	\$ 367,456.74
Edificios	0.47	\$ 1,551,364.47
Desarrollo de sitio	0.15	\$ 367,456.74
Servicios	0.55	\$ 1,347,341.40
Terreno	0.04	\$ 97,988.46
Total de los Costos Directos (CD)		\$ 5,037,264.70

Tabla V.3. Costos directos presentados en pesos

Costos Indirectos

Ingeniería y Supervisión.

Aquí están incluidos los costos de diseño e ingeniería, compra de los equipos, contabilidad, construcción e ingeniería, comunicaciones, viáticos, copias y gastos de oficina junto con otros gastos generales. Este costo representa aproximadamente el 30% de los costos directos.

¹ Todas las fracciones se extrajeron a partir de los criterios reportados por Peters et. al. op. cit.

Costos de Construcción

Otro costo indirecto el que representa construir los edificios y cimientos necesarios para poder erigir la planta. En ellos están incluidos la renta de herramientas y equipo, operación, dirección del proyecto, viáticos, vivienda, impuestos y seguro.

Contratista

La cuota del contratista varía en según el proyecto, pero puede estimarse entre el 2 y 8% de los costos directos de la planta o del 1.5 al 6% del costo total de la maquinaria. En esta tesis se estimará en 8%.

Contingencias

Para poder contrarrestar los efectos de cualquier contingencia se debe reservar un fondo. se entenderá que una contingencia será cualquier evento como imprevistos que van desde el mal funcionamiento de un equipo hasta errores u modificaciones en el diseño y equivaldrá al 8% del costo total del equipo.

	Fracción CD	Costo
Ingeniería y Supervisión	0.08	\$ 402,981.17
Costos de Construcción	0.07	\$ 171,479.81
Contratista	0.08	\$ 195,976.93
Contingencias	0.08	\$ 195,976.93
Total Costos Indirectos (CI)		\$ 966,414.85

Tabla V.4. *Costos indirectos, presentados en pesos.*

Capital Requerido*Capital Total Fijo de Inversión*

se estima en base al costo del equipo, a los costos directos y los costos indirectos relacionados a la instalación y funcionamiento de los equipos. El estimado de estos costos se presenta en la tabla V.5.

Costos Indirectos	\$966,414.85 Pesos
Costos Directos	\$5,037,264.70 Pesos
<i>Total del Capital fijo de inversión</i>	\$8,453,391.19 Pesos

Tabla V.5

Arranque

Para poder prever ciertos problemas que pudiesen surgir como resultado cambios, se debe reservar un capital que sea empleado en lograr un funcionamiento esperado. Estos costos se darán inclusive cuando la planta esté cerrada, porque no se perciben utilidades. El costo del arranque puede ser de hasta el 12% del capital fijo de inversión. Por lo general se toma del 8 al 10%.

También se puede tomar en cuenta como parte de los gastos en el primer año de operación. Ello depende de las políticas internas.

<i>Arranque</i>	\$1,014,406.94 Pesos
-----------------	----------------------

Capital de Trabajo

El capital de trabajo es necesario para comenzar la operación de la planta, contratando al personal, comprando la materia prima, combustibles, etc. Este capital de trabajo es el que se requiere para cubrir todos los costos de operación durante el primer mes de operación, antes de que se paguen las primeras facturas. Este capital se estimará en un 20% del capital de inversión.

<i>Capital de trabajo</i>	\$1,690,678.24 Pesos
---------------------------	----------------------

Total del Capital requerido

La suma del capital fijo de inversión, del costo de arranque, costos directos, costos indirectos, equipo y del capital de trabajo se muestran en la tabla V.6.

Capital fijo de Inversión	\$8,453,391.19
Arranque ¹	\$1,014,406.94
Capital de Trabajo	\$1,690,678.24
Total	\$11,158,476.37 Pesos

Tabla V.6

Los Costos de Manufactura

Para poder evaluar las ganancias al vender el producto se estimará el costo total de este subdividiendo los costos en Costos de Manufactura en los costos directos de producción. La forma en la que se evalúan cada uno de estos costos se describe a continuación. Estos costos varían cada año en función de la inflación y que se espera sea de alrededor del 15% para 1997. En caso de que la exportación del aguacate se permita en este mismo año, sería prudente esperar que para este proceso en particular los costos aumenten. Se estimará que los costos totales de producción tendrán incrementos anuales del 15% mientras que el valor del aceite de aguacate permanecerá igual como se describió cuando se estudiaron las tendencias de los precios.

Costos Directos de Producción

Materias Primas

La cantidad de materia prima necesaria para poder cumplir con la producción, está calculada a partir de los balances de materia y representa un consumo de 25 toneladas diarias durante los 216 días de operación al año, es decir 5400 toneladas anuales. El costo de la materia prima se estimará para este proyecto entre 0.75 y 2 pesos por kg para cubrir los costos de flete desde otros lugares en el estado, compradores subcontratados, etc. en el caso de que se requieran. Es posible que las condiciones mejoren para el mercado del aguacate debido a la reciente apertura de la frontera

¹ El capital de arranque debe estar disponible pero puede darse el caso en que no se requiera. Para esta tesis si se considerará por el poco desarrollo que ha tenido este proyecto.

americana a este fruto¹. Diversas cláusulas que existen en dicho arreglo pueden limitar las exportaciones mexicanas. De acuerdo con las expectativas de las asociaciones involucradas, de abrirse el mercado Estadounidense se podrían exportar 10,000 toneladas anualmente en un principio. Esto representan tan solo el 1.25% de la producción total mexicana. Las exportaciones totales se incrementarían de 5% al 6.25% de la producción total. Sin embargo para esta tesis se considerará que este factor tendrá una influencia en el aumento de los precios de producción junto con la inflación de hasta un 15% anual.

Mano de Obra

Si se cuenta con un diagrama de flujo y dibujos del proceso, se puede estimar la mano de obra en base a una análisis del proceso. Todo ello está en función del arreglo del equipo, los equipos, los controles de proceso y políticas de la empresa que determinarán la operación de la planta. La mano de obra requerida y otros puestos se muestran en la tabla V.7 con sus respectivos salarios.

Tabulador indicativo de sueldos

Área y Puesto	Sueldo / mes (miles de pesos)	Número de personas
Administración/Finanzas		
Director General	21	1
Gerente	11	1
Contadores	7	1
Empleados		
Secretaria de Dirección	4	1
Secretarías	2.5	2
Recepcionista		
Compras		
Jefe	6	1
Auxiliar	1	1

¹ Yadira Menea, "Prevé México la pronta apertura al aguacate" Reforma, jueves 30 de Enero de 1997.

Producción (dos turnos)		
Gerente	11	1
Jefes (Producción, Almacén)	6	4
Supervisores	2.2	4
Operadores	1.5	6
Auxiliares	1	10
Secretaria (Gerencia)	3	1
Secretarias (Jefes)	2	2
Control de Calidad (dos turnos)		
Gerente	8	1
Químicos Analistas	4	2
Químicos Analistas		
Mercadotecnia		
Gerente	10	1
Jefe	5	2
Secretaria	4	1
Ventas		
Jefe de Ventas	6	1
Vendedores	3	3
Secretarias	2	2
Servicios Auxiliares (tres turnos)	1.5	
TOTAL	179.8	45

Tabla V.7.

Supervisión

Este siempre es necesario para la manufactura del productos. Normalmente este se estima en 15% del costo total de mano de obra requerida para la operación de la planta.

Servicios

Vapor, electricidad, agua de enfriamiento, aire comprimido, gas natural y combustible. El costo de estos servicios dependerán de la inversión que se haya hecho anteriormente y se estiman

en base al diseño. Los servicios también pueden comprarse de una fuente externa. Es importante distinguir entre las necesidades del proceso, sin olvidar las necesidades para los servicios auxiliares, incluyendo las fugas contingencias y pérdidas

Mantenimiento y Reparaciones

Para poder mantener una planta en buen estado y funcionando correctamente es necesario realizar una inversión constante en el mantenimiento y reparaciones. Se debe considerar también los gastos relacionados a las refacciones como los son la mano de obra y supervisión. Dependiendo del funcionamiento se puede emplear del 2 a 20% del costo de la maquinaria. Para los edificios, el costo será de 3 al 4% del costo del edificio. En plantas de proceso estos costos representan aproximadamente el 6% del capital fijo de inversión.

Insumos

Cartas, lubricantes, químicos, etc. No pueden considerarse como costos de mantenimiento ni materias primas. El costo de estos insumos se estiman 15% del costo total del mantenimiento y reparaciones.

Control de Calidad

Con el objetivo de mantener una calidad en los productos y materias primas, es necesario hacer pruebas de laboratorio. Normalmente esto se lleva a cabo por medio de un estimado mediante el cual se calcula el tiempo que le toma a un empleado hacer la prueba. En un estimado preliminar, se puede emplear del 10 al 20% de los costos de mano de obra.

<i>Costos directos de Producción</i>	<i>Costo anual¹</i>
Materia Prima	\$ 7,425,000.00
Mano de obra, supervisión y control	\$ 837,600.00
Servicios	\$ 553,000.00
Mantenimiento y Refacciones	\$ 507,203.50
Insumos	\$ 76,080.52
Control de Calidad (laboratorio)	\$ 192,000.00
Total	\$ 9,590,884.00

Tabla V 8 *Costos directos en pesos*

Los *gastos generales* incluyen gastos por hospital y servicios médicos; servicios de seguridad industrial, pago de prestaciones (como pensiones, vacaciones, abonos, seguro de vida); Empaque, restaurante, laboratorios, seguridad policiaca, superintendencia, bodega e. i. inventarios y demás beneficios para empleados.

Costos Fijos

Depreciación

El costo de la depreciación representa un costo fijo y se calculará como el 10% anual del costo del equipo y 5% del costo de los edificios. La depreciación de los edificios es diferente por las características de desgaste que tienen. Otros costos como el de la tierra no se pueden depreciar porque el valor de esta está sujeto a la oferta y demanda y no sufre ningún tipo de desgaste. Estos costos se llevan a cabo durante los siguientes 5 años.

Impuestos Locales

Los impuestos locales se cobran en base a la propiedad y se estimarán en un 10% del costo del valor de la tierra.

¹ Costo calculado en dólares pero reportado en pesos por simplicidad

Seguro

La prima del seguro se calcula en base al costo de inversión. También se debe pagar un seguro para el transporte del aceite. La prima debe cubrir siniestros, accidentes, personal, etc. Se estima en un 1% del costo de la planta.

Costos Fijos	
Depreciación	\$ 777,972.00
Impuestos Locales (por propiedad)	\$ 9,798.83
Seguro	\$ 84,533.91
Total	\$ 872,304.80

Tabla V.9 Costos fijos en Pesos

Gastos Generales

Estos costos conforman una parte importante porque son los costos ligados a : *costos administrativos*, donde se incluye el pago de ejecutivos, gastos legales y de ingeniería, mantenimiento de oficinas y comunicaciones. Representa un 70% de los costos de operación y mantenimiento.

Otros Gastos	
Médicos /Seguros	
Seguridad Industrial	
Empaque	
Comidas	
Extra	
Laboratorios de Control	
Superintendencia de la Planta	
Total	\$ 941,362.40

Tabla V.10 Total de los gastos generales en Pesos

Costos Administrativos

Se estimará en un 20% de los costos de mano de obra. Tabla V.11

Gastos Administrativos	
Sueldos Ejecutivos	
Seguridad Industrial	
Personal	
Ingeniería	
Costos Legales	
Mantenimiento en oficinas	
Papelería	
Comunicaciones	
Total	\$167,520.00

Tabla V.11 *Gastos administrativos en pesos*

Costos de distribución y mercadotecnia que están ligados a la venta y promoción del producto. También están incluidos el manejo, los contenedores, el transporte, oficinas de ventas, vendedores, asistencia técnica y promoción. Este gasto generalmente constituye un 15% del costo del producto. Aquí está incluido el costo de los fletes que se estimó en 0.058 dls/lb FOB en Nueva York, EUA. Tabla V.12

Costos de Distribución y Mercadotecnia	
Oficinas de Ventas	
Embarque	
Publicidad	
Ventas y Servicio Técnico	
Total	\$6,147,229.00

Tabla V.12 *Costos de distribución y Mercadotecnia en pesos*

Costo por Financiamiento

Son los gastos derivados a partir del costo del dinero prestado. Este capital es necesario para el proyecto en el supuesto caso de que no se encuentre disponible. Durante los últimos años los inversionistas se han mostrado renuentes a pedir préstamos a la Banca, lo que se explica por las altas y muy variables tasas de interés. Incluso los bancos no han apoyado a la industria con sus proyectos por la incertidumbre financiera que se ha vivido en el país durante 1995 y 1996. Aunque en esta evaluación no se considera un costo por el dinero actual en pesos, sí es necesario introducir un costo por financiamiento que se estimará en 15%. Debido a que el cálculo se hace en base a dólares es posible introducir un interés bajo.

Otra opción es la de tomar en cuenta un financiamiento directo de inversionistas.

Un costo importante que también se debe tomar en cuenta es el del interés bancario que no se percibe durante el año en que se construye la planta. Durante este año el capital no está generando ni interés bancario ni produce algún beneficio. Este aspecto también será tomado en cuenta para evaluar las medidas de rentabilidad. Generalmente se debe comparar la TIR con variables como el interés bancario y la inflación. Se toma en cuenta al comparar la redituabilidad de los proyectos.

Costos por Investigación y Desarrollo

Para poder asegurar un desarrollo sano de la empresa, se debe destinar un presupuesto a investigar las opciones que existen en la comercialización del aceite de aguacate. Ello puede incluir, el desarrollo de nuevos productos, alteraciones, mejoras en el proceso. Para ello se puede destinar un porcentaje del precio del producto que en este caso se destinará el 15%. Este aspecto es importante para fomentar y edificar una empresa con un crecimiento sano.

Costos Generados por las Utilidades

También existen gastos por las utilidades que se generan. Este costo es directamente proporcional a las ganancias y se derivan de los impuestos. Este gasto es significativo y al capital resultante a partir de esta deducción, se le llama utilidad neta. En México el impuesto es del 33% (35%) de la Utilidad Bruta.

En México existe además un costo adicional por concepto de *reparto de utilidades*, donde el 10% de la utilidad bruta se reparte entre el personal y los trabajadores por medio de un abono adicional que se hace a sus salarios.

El costo total por generar utilidades es entonces el 45% de la utilidad bruta.

Los costos de manufactura, generales así como el costo total del producto se calculan en las tablas V.13, V.14 y V.15.

Costos de Manufactura	
Costos Directos de Producción	
Costos Fijos	
Gastos Generales	
Total	\$ 11,404,551.23

Tabla V.13 Costos de Manufactura en pesos

Gastos Generales	
Costos Administrativos	\$167,520.00
Costos de Distribución y	\$6,147,229.00
Investigación y Desarrollo	\$6,147,229.00
Financiamiento	\$1,673,771.00
Total	\$14,135,749.05

Tabla V.14 Gastos Generales en pesos

Costo Total del Producto	
Costos de Manufactura	\$11,404,551.23
Costos Generales	\$14,135,749.05
Total	\$25,540,300.29

Tabla V.15 Total del producto en pesos

Ingresos por Ventas

Los ingresos por las ventas que se generan, se calculan en base al precio de venta establecido en 6.94 Dlls/kg. Este precio se basó en el que aparece reportado en el "Chemical Marketing Reporter". Se descontó el 25% para permitir un precio competitivo aún con intermediarios de por medio. En México se encontró que los precios son significativamente mayores a los de Estados Unidos.

Producción Anual en toneladas	1 120.5
Precio en Pesos / tonelada	\$54,861.95
Total del Ingresos	\$61,472,288.00

Tabla V.16

Medidas de Rentabilidad

Datos del Proyecto	
Capital total de Inversión	\$ 11,158,476.37
Ingresos por ventas	\$ 61,472,288.00
Costo total anualizado del producto	\$ 25,540,300.27
Utilidades Brutas	\$ 35,931,987.00
Impuestos y Reparto de Utilidades	\$ 16,169,394.15
Utilidades Netas	\$ 19,762,593.58
Depreciación anual	\$ 777,972.05
Capital de Trabajo	\$ 1,690,678.24
Rendimiento sobre Inversión	78.13%
Tiempo de Recuperación (Eo)	1 año

Tabla V.17

Las medidas de rentabilidad tienen el objetivo de presentar parámetros mediante los cuales se puedan comparar y decidir contra otras opciones de inversión. Esto es particularmente cierto en este caso porque el riesgo que conlleva esta inversión es alto y debe ser compensado con un interés

económico (un premio) que esté de acuerdo a la posibilidad del fracaso del proyecto

Algunas medidas de rentabilidad que se estiman al elaborar una gráfica de posición de efectivo acumulado se muestran abajo:

- Recuperación sobre la Inversión Original
- Tiempo de Recuperación
- Tiempo de recuperación Incluyendo Intereses
- Valor Presente
- Tasa Interna de Recuperación
- Gráfica de Posición de Efectivo Acumulado

Estas variables son las que se podrán comparar con las de otros proyectos para entonces decidir en que proyecto invertir.

Para poder evaluar las medidas de rentabilidad, se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Periodo de construcción: 1 año
- Evaluación de las medidas de rentabilidad por medio de la Teoría del Valor Presente.
- Interés ponderado a lo largo de la vida del proyecto.
- Un tiempo de vida rentable de 5 años.

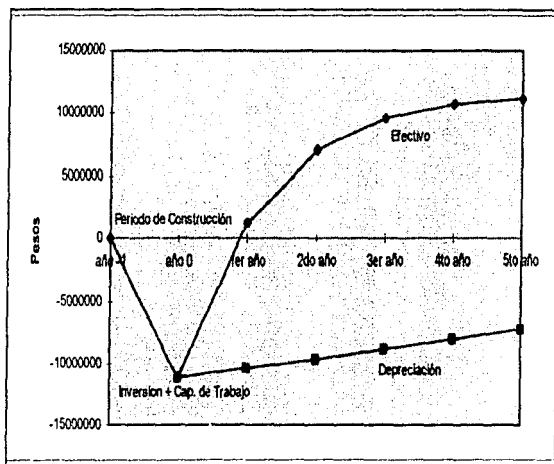
Las medidas de rentabilidad, se evalúan por medio de un proceso iterativo en el cual se estima la tasa interna de retorno para logra una recuperación en menos de 2 años. El resultado de esta evaluación se muestran en la tabla V.18. La tabla muestra el cálculo de la Posición de Efectivo Acumulado (PEA) a través de los años por medio del flujo de efectivo (CF), de el factor de descuento fd^1 (calculado a partir de la tasa interna de retorno), a partir de la teoría del valor presente.

¹ El fd se calculó por medio de la TIR con la ecuación $fd=1/(1+i)^n$, donde i es el interés y n el año.

Evaluación Económica

Línea	Concepto	año 0	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año
1	Valor al final						
2	Capital fijo de inversión y Arranque	9,467,798.13					
3	Capital de Trabajo	1,690,678.23					
4	Capital total de inversión	11,158,476.37					
5	Ingreso anual		61,472,287.96	61,472,287.96	61,472,287.96	61,472,287.96	61,472,287.96
6	Costo de Manufactura c/ 15% inflación anual		11,404,551.23	13,115,233.91	14,825,916.60	16,536,599.28	18,247,281.96
7	Gastos Generales		14,135,749.05	16,256,111.41	18,376,473.76	20,496,836.12	22,617,198.48
8	Costo total del producto		25,540,300.27	29,371,345.32	33,202,390.36	37,033,435.40	40,864,480.44
9	Ingreso por Operación						
10	Depreciación Anual		777,972.05	777,972.05	777,972.05	777,972.05	777,972.04
11	Utilidades Brutas		35,931,987.68	32,100,942.64	28,269,897.60	24,438,852.56	20,607,807.51
12	Utilidades Netas		19,762,593.23	17,655,518.45	15,548,443.68	13,441,368.91	11,334,294.16
13	Ingresos Anuales		20,540,565.27	18,433,490.50	16,326,415.73	14,219,340.96	12,112,266.18
14	Flujo de Efectivo Anual	(11,158,476.37)	9,382,088.90	27,815,579.41	44,141,995.14	58,361,336.09	70,473,602.28
15	Factor de Descuento $1/(1+i)^n$	1.00	0.56	0.32	0.18	0.10	0.06
16	Valor Presente Anual	(11,158,476.37)	11,531,221.73	5,809,428.93	2,888,548.39	1,412,313.78	675,367.36
17	Total del Valor Presente	(11,158,476.37)	372,745.36	6,182,174.30	9,070,722.69	10,483,036.47	11,158,403.83

Tabla V.18



Gráfica V.1

La gráfica V.1 se elaboró en base a las variables reportadas en la tabla V.11. El resumen se muestra abajo.

	año 0	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año
Utilidades Netas	0	23355792	20865612.72	18375433.44	15885254.16	13395074.89
Depreciación anual	0	777972.0493	777972.05	777972.05	777972.0493	777972.05
Capital fijo de inversión y Ataque	-9467798.14					
Capital de Trabajo	-1690678.238					
Flujo neto de efectivo	-11158476.37	12975287.67	34618872.44	53772277.93	70435504.14	84608551.08
Total del valor presente	-11158476.37	1217812.89	6909748.389	9492854.036	10645300.2	11147978.53

El Punto de Equilibrio

Se evalúa por medio del ingreso total (IT) y es función directa del volumen de ventas. En esta tesis se establecido que el precio de venta del aceite de aguacate ha tendido a mantenerse constante a durante los últimos años. Las función de del ingreso total y costos totales con respecto al tiempo es por lo tanto lineal con respecto al tiempo.

Inversión Fija	11158476.3756 pesos
Costo de Producción por	22793.85
Ingresos por Tonelada	54861.95

El costo total invertido a lo largo del tiempo es función del capital invertido, de la cantidad de aceite producida y del costo de producción por tonelada.

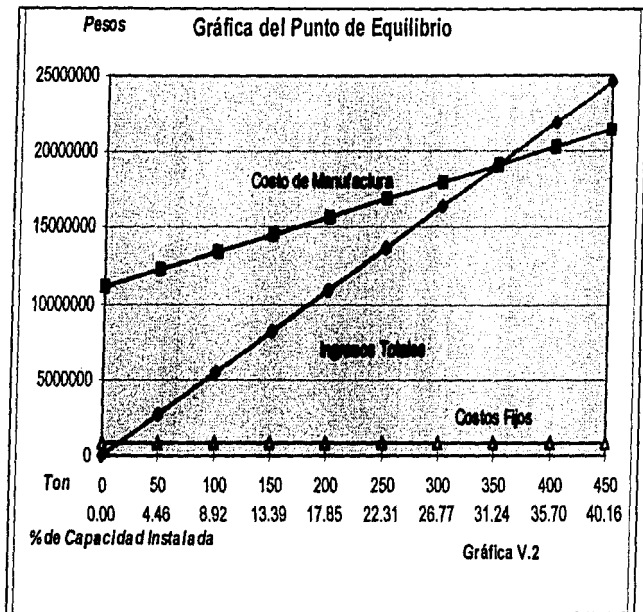
Los ingresos totales se evalúan como función de la cantidad producida y el precio por unidad por lo tanto:

$$IT=Q 54,861.95 \quad (1)$$

$$CT=11,158,476.38+22,793.85 Q \quad (2)$$

El punto de equilibrio se logra cuando $CT=IT$ y es cuando los gastos equivalen a los ingresos y es a partir de este punto, que se comienzan a percibir ingresos. Si se detiene la producción antes de este punto el saldo global resultaría negativo y el proyecto representaría una pérdida

Para obtener una representación gráfica del punto de equilibrio, se trazan las ecuaciones 1 y 2 en la gráfica V.II. De esta forma el punto de equilibrio Q se evaluó en 348 toneladas. En el eje de las abscisas se reporta el punto de equilibrio en toneladas junto con el porcentaje de la capacidad especificado para este proyecto. El punto de equilibrio representa el 31.05% de la capacidad anual de la planta.



Factibilidad

Aspectos Sociales

El impacto social es un factor a tomar en cuenta, porque estas zonas que se dedican a la producción de productos agropecuarios son las que requieren de una inversión considerable, para que la oferta de empleos pueda aumentar. En general todas las zonas cuentan con los servicios de educación, comunicación, agua, luz y médicos deficientes. En estas zonas el narcotráfico ha tenido un fuerte arraigo entre las comunidades, donde se reconocen todas las actividades ilícitas que se cometen y que habían pasado a formar parte de la vida de los habitantes. Debido a esto la cantidad de delitos con violencia habían incrementado drásticamente, hasta que finalmente el ejército tuvo que instalar cuarteles en el área para combatir el problema.

Aspectos Ambientales

Residuos.-En ocasiones el agua de residuo resultante de la planta extractora, contiene mucho material orgánico. Este material orgánico se puede llevar a otra planta para concentrar el aceite emulsionado en el y posteriormente recuperarlo por medios químicos. El aceite resultante es uno de calidad inferior al que se obtiene en la extracción inicial.

Estas aguas también se vierten en ríos y lagos lo cual puede representar un peligro para la proliferación de bacterias peligrosas para el equilibrio ecológico. Debido a los minerales y sustancias orgánicas que contienen en estas aguas, el aprovechamiento pudiera estar en la producción de otros productos

Impacto Ambiental.- El impacto ambiental que provoca un proyecto de este tipo no es muy grande en forma directa. Debido a que se manejan solventes de ningún tipo en la primera parte del proyecto, los desechos que se producirían serían biodegradables. El único factor que se debe tomar en cuenta, es la descomposición de los mismos. Si se dejan al aire libre, entonces estos se pueden descomponer para provocar malos olores y mayores riesgos de infección. Lo que debe supervisarse es la acumulación de estos desechos sólidos.

Reglamentación.- La legislación que controla la calidad del aceite de aguacate es muy escasa y se debe a que su uso no se ha generalizado por su alto costo. El beneficio está presente en la

libertad de producir aceites de muy variadas propiedades y calidad, mientras que por el otro lado se puede presentar más fácilmente la competencia desleal por otras compañías y como es un producto caro orientado a la exportación las posibilidades de un manejo inadecuado se incrementan.

El aceite de aguacate está sujeto a la legislación general de grasas y aceites de todos los países. Estas legislaciones establecen los criterios para determinar las características de los aceite crudo, refinados, vírgenes, extra-vírgenes, etc. Se puede leer más al respecto en la bibliografía, pero este aspecto está más desarrollado por la comunidad europea, en particular por España que tiene una larga tradición con el aceite de oliva¹.

Diseños Especiales

No se requiere de ningún diseño especial. Todos los diseños, equipos con los correspondientes materiales de construcción son los que se han desarrollado para extraer aceite de oliva.

Ubicación de la Planta

Los planos que identifican la zona más factibles para nuestro proyecto, son los siguientes: Tacambaro E14A42 Michoacán y Villa Escalante E14A32 Michoacán publicados por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional, a cargo de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

Facilidades de transporte

Existe transporte disponible en esta área de Michoacán, sin embargo está limitada únicamente al transporte terrestre por medio de carretera. El transporte ferroviario más cercano pasa por Pátzcuaro Michoacán. Este transporte, comunica hacia el Al Oeste la vía solo comunica a Pátzcuaro con Uruapan. Al Este Pátzcuaro se comunica con Morelia, Toluca y Finalmente a la Ciudad de México, De allí se puede acceder a los puertos más importantes como Veracruz.

En los últimos años se han desarrollado autopistas que llegan hasta Pátzcuaro Michoacán. La ciudad más importante a la que nos puede comunicar esta vía es la de Morelia. Morelia es una de las ciudades que ha cobrado importancia industrial en los últimos años. A raíz del temblor de 1985

¹ Ciencia y Tecnología de Grasas y Aceites

muchas secretarías del Gobierno Federal, se mudaron a esta ciudad junto con varias industrias. La ciudad también se desarrolló debido a la proximidad con la Ciudad de México y el crecimiento ha sido evidente, cuenta con todos los servicios y facilidades para la industria.

Los caminos que comunican al área de interés son la carretera 41 Estatal y diversas terracerías la mayoría transitables solo en tiempo seco. Todas llevan a la autopista Morelia-Patzcuaro (120 Federal). Por medio de las carreteras y autopistas que cubren el área se pueden tener acceso rápido a las ciudades de México y Guadalajara y por lo tanto los puertos más accesibles serán:

- Al Oeste Manzanillo y Puerto Vallarta
- Al este Veracruz

Existen servicios de electricidad y teléfono, solo por donde existe acceso por carretera y llegan hasta la población de Puarán al sur.

Proximidad a mercados y abasto de materias primas

El abasto de materia prima como se ha explicado es la base y representan los huertos de Aguacate junto con las plantas empacadoras localizadas en toda la zona. Generalmente los costos de transporte que se generan serán muy bajos por la cercanía de las empacadoras e inclusive nulos en algunas ocasiones, porque se espera que sean los mismos productores los que transporten el fruto de desecho a la planta, por lo que solo se generarían costos por el transporte del aceite a el mercado. El mercado está ubicado en Estados Unidos y Europa, pero al extraerse el aceite solo se transporta el producto. Si la planta se localiza en otra ciudad con más servicios de transporte, entonces los costos se elevarían porque se tendría que transportar el fruto con el 70% de agua que contiene y que es material que eventualmente se desechará.

Disponibilidad de servicios y energía eléctrica

Los servicios de agua y energía eléctrica se pueden encontrar en las zonas, sin embargo existen restricciones en cuanto al acceso de estas. No existen servicios de electricidad ni teléfono en las áreas apartadas a la carretera, por lo que es necesario ubicar la planta lo más cercano a la carretera federal número 41

Si existe la disponibilidad del agua por medio de varios ríos que se encuentran en la zona, o pozos que se construyen.

Disponibilidad de mano de obra

La disponibilidad de mano de obra existe porque se pueden encontrar varias poblaciones en los alrededores. Estas poblaciones están constituidas en su mayoría por gente que de alguna forma u otra están ligadas a la agricultura. De esta forma se ofrece trabajo en un área donde la gente no está trabajando todo el año, debido a que el empleo que se ofrece es generalmente eventual que se derivada de la recolección de los diferentes productos que se generan en la zona. Es en estas épocas en las que si se requiere de mucha mano de obra. Los empleos que no son temporales están relacionados con las plantas empacadoras, el comercio de productos, los aserraderos y un poco de turismo. El precio bajo de algunos productos que se cultivan en esta zona, han provocado más migración y que algunas de las tierras fértiles se permanezcan ociosas. El desempleo ha motivado la migración de aproximadamente 1,500,000 personas al extranjero y es aproximadamente el 30% de la población.

Toda la zona está relativamente poblada y explotada. La gente necesaria se puede contratar de los alrededores sin necesidad de traerla de los pueblos cercanos. Aunque así fuese, los pueblos que están a unos cuantos kilómetros, cuentan con la carretera estatal que los comunica. De Norte a Sur las poblaciones más importantes son, Cuanajo (5,001 a 15,000 habitantes), Acuitzio del Canje (15,001 a 40,000 habitantes), Villa Escalante (15,001 a 40,000 habitantes), Opopeo (15,001 a 40,000 habitantes), Tacámbaro de Codallos (15,001 a 40,000 habitantes) y Pedernales (2,501 a 5,000 habitantes) y Puruarán (5,001 a 15,000 habitantes).

Michoacán es uno de los estados con mayor flujo de indocumentados a los Estados Unidos. Este es un buen indicador del fuerte desempleo que existe en todo el estado y primordialmente la zonas como ésta. De allí la necesidad de desarrollar por medio de la agroindustria más oportunidades para los campesinos.

Clima

El clima en esa zona es muy variado. Es primordialmente caluroso, con intensidades variantes

dependiendo de la temporada. El suelo fértil es empleado predominantemente para la agricultura, aunque también existen extensiones de Bosque denso. Generalmente la humedad es alta y las lluvias son persistentes durante ciertas temporadas del año. No forma parte de una zona sísmica. Debido a que se encuentra dentro de una zona montañosa, no existen tempestades que afecten el área

Restricciones legales e impuestos

Generalmente en el campo Mexicano no existen muchas restricciones legales, debido a que el mismo gobierno entiende la necesidad de empleo y de industria. Las restricciones de impuestos se generan principalmente en la Ciudad de México. Existen extensiones que no están consideradas como reservas ecológicas y anteriormente gobierno ha promovido el desarrollo de estas empresas por medio de la Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT).

La Viabilidad del Proyecto

Aunque el proyecto represente en papel una buena inversión se deben analizar los factores que en este estudio la favorecen. Aunque el capital requerido para erigir la planta no sean tan alto como en otras industrias se deben estudiar más a fondo los factores que promueven la viabilidad de este.

El bajo costo de la materia prima permite que exista un alto valor agregado del aceite de aguacate, para que el proyecto se pague en menos tiempo. Por lo tanto es necesario proyectar los incrementos en los precios del fruto a lo largo de la vida del proyecto. Estos incrementos merman considerablemente las utilidades y pueden traer consigo problemas de tipo financiero. Ante una época de fuertes cambios en la economía nacional, el riesgo por la incertidumbre es alto.

Las grandes cantidades de excedentes que se generan todos los años, no cuentan con procesos que permitan su industrialización plena. La falta de opciones para procesar el fruto permite que el proyecto sea más viable porque la empresa no requiere invertir en plantaciones o competir en forma más agresiva por la materia prima como sucede en el caso de productos más cotizados (jugo de naranja, vinos etc) donde el mercado puede ser controlado por los vendedores de materia prima.

La zona geográfica permite establecer alianzas con plantas empacadoras que suministren la

materia prima en foma constante y por lo tanto puede no ser necesario establecer centros de acopio para satisfacer la demanda del fruto.

La situación geográfica permite que se pueda acceder con facilidad al mercado estadounidense que es un importante consumidor de cosméticos sin tomar en cuenta al mercado nacional que potencialmente es muy grande.

La inversión inicial del proyecto es relativamente bajo en comparación al de otra plantas de proceso y aunque las condiciones del mercado no se muestran aquí como ideales, el tiempo de recuperación es de 1 año, aún en condiciones adversas de inflación.

Los factores que afectan drásticamente la viabilidad del proyecto serian: Una sobrevaluación del peso, alta inflación, merma en la producción aguacatera de michoacan y el país, fuertes fluctuaciones de los precios de la materia prima, fuertes variantes en el mercado del aceite de aguacate. Las características del mercado descritas en esta tesis son muy generales y se desprendieron de la poca información que se logró obtener. Por lo tanto el riesgo se reduciría si se elaborara un estudio de mercado con información directa de los futuros usuarios que se tienen contemplados para este proyecto.

Conclusiones

La inversión en una Planta de aceite de aguacate, ha resultado ser muy factible en términos económicos. Su rentabilidad es muy atractiva para cualquier inversionista. Sin embargo el riesgo es todavía desconocido como resultado de la poca información que se conoce hasta ahora. Para disminuir el riesgo se puede estudiar el proyecto más a fondo y generar más información. Existen dos enfoques válidos para elaborar una estrategia con este producto.

1.- La producción baja, que asegurará la redituabilidad del proyecto, como resultado de una disminución del riesgo. Esta estrategia sería conservadora,

2.- Realizar una inversión grande con el objetivo de obtener un buen porcentaje del mercado que se ha generado y surtir a la demanda que se generará a través de los años posteriores al proyecto. Esta otra estrategia será más agresiva pero se debe evaluar el riesgo que conlleva. Al mismo tiempo será la estrategia que puede dar mejores ganancias a largo plazo.

Factores que Afectan la Rentabilidad del Proyecto

Existen variables que se deben tomar en cuenta para disminuir la incertidumbre que existe en este proyecto

La Inflación

La inflación es una variable que en muchas formas es indeterminable. A partir de la devaluación de 1994 el costo de los productos se ha incrementado casi en un 100%. Algunos otros mantienen precios parecidos a los del año pasado. Aunque las cifras oficiales indican un aumento en la inflación diferente a lo que percibe la gente esto se debe principalmente a la forma de calcularla. Las épocas de inflación representan sin embargo una oportunidad para invertir con el objetivo de conservar el valor del dinero.

Toma relativamente poco tiempo para que la inflación permita que los costos de los productos

y servicios se recuperen de una devaluación y es tan solo un periodo de tiempo corto del que se puede obtener ventaja.

Por el tipo de estimado que se elaboró en esta tesis, no se tomaron en cuenta algunos de los beneficios y perjuicios que traen consigo los cambios que se viven en épocas de alta inflación. La base del cálculo se elaboró en dólares con la idea de que este trabajo tenga una validez por más tiempo.

Las épocas de alta inflación, tienen efectos sobre los costos de manufactura y transporte y sobre el cálculo del valor presente de la planta. En general, serán los costos que se calculan en base a los antecedentes históricos del mismo concepto los que se verán afectados, porque estos costos se incrementan año con año y no son fijos. Para ello es necesario estimar la inflación del los años que siguen y hacer los ajustes necesarios.

En esta tesis tampoco se tomó en cuenta el aumento en los precios de mano de obra, de transporte, porque el gobierno mexicano ha tratado de controlar la inflación por medio de pactos con los diferentes sectores de la sociedad (trabajadores, industriales, comerciantes etc.) para mantener los todos estos costos, lo que hace más difícil predecir cuales serán los cambios en dichos costos.

La Rentabilidad del Proyecto

Selección entre los Proyectos

Al escoger sobre varias opciones de inversión se busca comparar parámetros definidos y decidir cuales son las opciones más adecuadas para invertir. Este proyecto representa una buena inversión porque el capital requerido no es muy elevado y la pequeña inversión se recupera rápidamente. Estas características se obtienen con la tecnología seleccionada y sus características relativamente sencillas en comparación con otras formas de extraer aceite.

Las Bondades del Proyecto

Estudiando detenidamente el proyecto, saltan a la vista dos medidas de rentabilidad:
-El valor agregado del aceite

»el tiempo de recuperación de la inversión

Eso se debe a que la inversión total es relativamente baja comparada con la de otros proyectos de inversión. Las utilidades generadas por el valor agregado que se le dan al producto también son muy atractivas aunque no tanto como en otros proyectos. Hoy en día es posible que otros proyectos generen una utilidad más grande en áreas como la electrónica o los polímeros. Pero este proyecto es atractivo por tener un alto rendimiento y un capital de inversión bajo, lo que permitiría invertir en otros proyectos también. El riesgo asociado es alto por el poco uso que tiene el aceite de aguacate. Sin embargo esta situación seguramente está por cambiar. A lo largo de este trabajo se ha visto un esfuerzo por muchos empresarios que están interesados en emprender proyectos como el que se describe en esta tesis (como aceites, guacamoles cosméticos y licores). Las bondades tan grandes de un proyecto como este pueden ser transitorias, dependiendo de la inversión que se haga para procesar el fruto y de los precios del fruto mismo. Por eso es necesario investigar sobre la posibilidades del aceite, en su incorporación a otros productos y en su incorporación al mercado como aceite comestible.

Las Perspectivas

Para evitar un futuro incierto en un proyecto de este tipo, se debe realizar un esfuerzo en la mercadotecnia del producto. Posiblemente por medio de alianzas con compañías dedicadas a la cosmetología las cuales podrían requerir el producto. Estas alianzas se darían más fácilmente con los países europeos los cuales como se ha mencionado, tienen una larga tradición en la fabricación productos de este tipo.

En México algunas compañías están promoviendo nuevos artículos de cosmetología, pero estas compañías apenas empiezan a comercializar sus productos en 1995 o 1996. Abarcar un mercado mexicano a corto plazo puede ser difícil, por la pérdida en poder adquisitivo de los habitantes. Prueba de ello es que a finales de 1996 muchas compañías farmacéuticas buscaron comercializar sus productos en América Latina. México a largo plazo representa un buen mercado por la cantidad de gente que vive en este país y por las características demográficas de esta.

En general se debe procurar establecer arreglos con los proveedores de materia prima y

compradores para arrancar un proyecto como este. De otra forma los primeros años de operación pueden resultar muy difíciles.

Bibliografía

Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana
Volumen II
Instituto Nacional Indigenista
Primera edición
1994

Asociación de Aguacateros del Estado de Michoacán .
Anteproyecto para el aprovechamiento industrial del aguacate en el estado de Michoacán, 1980.
México

Ahmed E.; Barmore Ch .
"Tropical and Subtropical Fruits.- Composition Properties and Uses." Editorial AVI Publishing
Company Inc
Edición 1 Página 121 -156
U.S.A

Bizimana V; V Breene M ; Csallany A. S.
"Avocado Oil Extraction with appropriate technology for developing Countries"
Journal of the American Oil Chemists Society vol. 70 No. 8
821-822 1993 (13 ref. En) Reimpresión

Buen Rostro Martinez M.E.
Tesis: "Proceso Enzimático para la Extracción de Aceite de Aguacate"
La Salle 1986
Este cuate publicó en Biotech Lett. 8-505 1986

Chemical Marketing Reporter
E.U.A

"Anuario estadístico de la Producción Agrícola en los Estados Unidos Mexicanos"
SARH
México, Septiembre, 1990

Anuario estadístico de la Producción Agrícola en los Estados Unidos Mexicanos
SAGRH
1991, 1992, 1993, 1994

"Anuario estadístico de la Cámara Nacional de La Industria de la Cosmetología"
México, 1993.

"Anuario Estadístico de la Cámara Nacional de la Industria de la Cosmetología"
México, 1994.

Cortés R. ; Gonzalez S.

"Estudio de las Condiciones Químicas y Tecnológicas para la posible Industrialización del Aguacate"
Agroquímica y Tecnología de Alimentos Vol. 11 Pag. 295-300,
1971, Chile.

Cruess W ; Gibson A ; Brekke J.

"Avocado products Experiments"
Canner vol. 112 no.2 Pag. 11-12,
1951 U.S.A.

Dolendo , A; Luh B.

"Relation of Pectic an Fatty acid Changes to Respiration Rate during Refining of Avocado Fruits"
Journal of food and Science vol. 31 no. 3 Pag 332 - 336,
1966, Francia.

Dominique Reymond adnH. J. Phaff

Journal of food science, Vol, 30 No. 2 Pages 266-273
1965, U.S.A.

Dupaigne , P "Une nouvelle specialite pharmaceutique ; L'insaponifiable de L'huile d'avocat"
Fruits Vol. 25 12 pag 915-916,
1971, Francia.

Food Antioxidants

Compilación de articulos
Editado or BJB Hudson
1990, Essex England

Ferreira E. "Extraction of avocado oil, using Heat an additional Water ceres"
20 112 pag 488-488 1973 Brazil,
Fruits Vol. 33,
Francia.

G. Hoffmann
The Chemistry And Technology of Edible Fats and Oils and their High Fat Products.
Academic Press
1989, California, USA

Godfrey J.C.; Slater M.J. Editores
Liquid-Liquid Extraction
John Wiley & Sons
1994, Chichester, England

Haendler L. l'huile d'avocado et des produits dérivés du fruit
Fruits, Vol. 20, no. 11, pag 625 633,
Francia.

Harnaby N.; Edwards M.F.; Nienow A.W.
Mixing in the Process Industries
segunda edición
Butterworth / Heinemann
1988, London, U.K.

Jaubert J. Une nouvelle technique de preparation et de raffinage de l'huile d'avocat
Fruits vol 25 4 s/pag
1970, Francia.

Lewis C.
"The oil content mesocarp of avocado"
Journal of Science of food agriculture vol.29, no.11, pags. 943-949,
1978, U.S.A.

Lowrison G.C.
Crushing and Grinding
Butterworths
1979, London, UK.

Mazliak P.
"Fatty acid composition of different regions of the fruit"
Fruits vol. 20 pag. 49-57, 1965,
Francia.

Montano G.; Luh B. ; Smith L. Extraction and refining avocado oil
Food technology 24 pag 96 - 99,
1962, U.S.A

Nolan A. New ideas for avocados
Food Engineering vol.55, no.1 pag 62,
1983, U.S.A.

Perry Robert H.; Green Don
"Perry's Chemical Engineers Handbook"
Sexta Edición
McGraw Hill International Editions
1984, Japón

Peters Max S.; Klaus D. Timmerhaus
"Plant Design and Economics for Chemical Engineers"
Cuarta Edición
McGraw-Hill, Inc
1991, Singapore

"Producción, Análisis y Control de Grasas y Aceites"
Autor Corporativo (Alfa Laval)
Editor: A. Madrid Vicente
1989, Madrid, España

Renteria Mendoza Elsa
Tesis "Alternativas para la Conservación e Industrialización del Aguacate"
UNAM,
1986

Rodríguez Suppo Florencio
El Aguacate
AGT Editor S.A.
1982, México

Ruchle, G. La industria del aguacate
Centro regional de ayuda técnica Universidad de Florida.
Ira edición en español 1974 U.S.A.

Sadir R.

"Avocado oil : Extraction technology e Industrialization of Residuos."
Delle Sostange Grosse vol.49, no. 2, pags 90-93,
1972, Italia.

Sanchez C. Contribución a la solución de la problemática e industrialización del aguacate
Tesis de Maestria CONAFRUT
1983, México

K.H. Southwell, R.H., R.H. Harris and A.A. Swetman
"Extraction and Refining Oil Obtained from dried avicado fruit using a Small Expeller"
Tropical Science

Tango y Colaboradores. Composition of fruit oil of different varieties of avocados grown in
Sao Paolo
Fruits vol. 27, pag.143-146,
1972, Francia

Thiers H. L'Huille d'avocado et son insaponifiable en cosmetologia et en therapeutique
dermatologique on medicale
Fruits Vol. 26 2 pag 133-136,
1971, Francia.

Rainey C. ; Affleck M. ; Bretschger, K. ; Alfin Slater, R. B.
The california Avocado. A New Look.
Nutrition Today Vol 29 No. 3 Paginas 23-27
1994, U.S.A.

Branislav Plavsic
"Estimate of Plants"
Chemical Engineer
Pagns 100-104

Weerman M.J.; Neerman I.
Avocado Oil Production and Chemical Characteristics
Journal of American Oil Chemists Society vol. 64 no. 2 Febrero
1987, U.S.A.

Weerman M.J.; Neerman I.
Effectiveness of Antioxidants in Refined, Bleached Avocado
Journal of American Oil Chemists Society vol 63 no. 3 Marzo,
1986 U.S.A.

Weerman M.J.; Neerman I.
Oxidative Stability of Avocado Oil
Journal of American Oil Chemists Society vol. 63 no. 3 Marzo
1986, U.S.A.

"Avocado oil producers seek larger market share"
Chemical Marketing Reporter Vol. 233 , No. 2, pag 18,
1983, U.S.A.