

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
DE GUATEMALA**

FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES



**Estudio de factibilidad para una planta productora de harina
a partir de Arveja China de Desecho.**

Trabajo de graduación presentado por
Gustavo Antonio Mérida De León
para optar al título de Ingeniero Químico
en el grado de Licenciado

Guatemala,
2000

**Estudio de factibilidad para una planta productora de harina
a partir de Arveja China de Desecho.**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
DE GUATEMALA**

FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES



**Estudio de factibilidad para una planta productora de harina
a partir de Arveja China de Desecho.**

Trabajo de graduación presentado por
Gustavo Antonio Mérida De León
para optar el título de Ingeniero Químico
en el grado de Licenciado

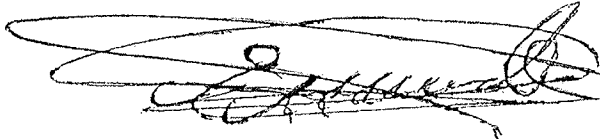
Guatemala,
2000

Vo. Bo.:

María Olga Gálvez
(f) _____
Ingeniera María Olga Gálvez

Tribunal examinador:

María Olga Gálvez
(f) _____
Ingeniera María Olga Gálvez


(f) _____
Lic. Roberto De León Fajardo

Ing. Eduardo Calderón

Fecha de aprobación: Guatemala, 28 de junio de 2000.

ÍNDICE

	No. de página
Índice de tablas	v
Índice de diagramas	v
Resumen	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
A. La necesidad de Latinoamérica de hacer mejor uso de sus recursos agrícolas	2
B. La situación de la agroindustria alimentaria de la región	3
C. La importancia de la agroindustria rural	3
D. Agroindustria rural	5
E. Importancia de la agroindustria rural	5
F. Características de la agroindustria en Guatemala y sus posibilidades para su desarrollo	6
G. marco de referencia para la agroindustria	7
H. Composición química de la arveja china	9
I. Producción de arveja china en Guatemala	10
III. OBJETIVOS	14
IV. INGENIERÍA DEL PROYECTO	15
V. RESULTADOS	20
A. Selección del proceso	20
B. Diagrama de flujo	22
C. Información básica para la rentabilidad y evaluación económica	23
VI. DISCUSIÓN	29
A. Mercado	29
B. Ventajas de la harina a partir de arveja china de desecho	30
PLAN DE CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN	
VII. MARCHA	34
VIII. CONCLUSIONES	36
IX. RECOMENDACIONES	38
X. BIBLIOGRAFÍA	39
XI. ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

	No. de página
1. Generalidades sobre la agroindustria	7
2. Identificación de la arveja china	8
3. Composición química de la arveja china	9
4. Producción de arveja china en Guatemala	11
5. Estadísticas de exportación de arveja china	12
6. Ponderación de lugares para la localización de la planta	24
7. Costo de inversión del equipo	25
8. Utilidades netas proyectadas	26
9. Costo por kilogramo de la proteína de harina de soya, harina de algodón, harina de carne y harina de hoja de yuca	29

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama	No. de página
1. Diagrama de flujo	22
2. Programación para el plan de construcción	35
3. Programación de compras y contratistas	35
4. Programación para la puesta en marcha	35

RESUMEN

Para un país como Guatemala, eminentemente agrícola, la agroindustria rural, se coloca como alternativa viable para el desarrollo económico.

El contenido del presente trabajo, es el estudio económico de cuan factible es la harina a partir de Arveja China de desecho, se inició con un diseño de un proceso que fuera lo más simple y adecuado para el área donde se puede desarrollar el proyecto, dicha área se localizó en el altiplano de la República, específicamente en Chimaltenango.

La capacidad de la planta es aproximadamente 65,196.8 Kgs. Al año. Si el rendimiento de la misma es mayor al 75%. Se obtuvo un costo de producción de la harina de Q. 31.00 por cada 100 Kgs. Lo que hace factible el proyecto, no solo por su costo, sino que también por ser un producto innovador.

Las tasas: de rendimiento así como la interna de retorno fueron bastante aceptables para cualquier inversionista ya que están por arriba de la inflación actual del país.

I. INTRODUCCIÓN

Al considerar que Guatemala, es un país eminentemente agrícola, se plantea la necesidad de emplear al máximo los recursos disponibles. Este trabajo consiste entonces, en realizar un estudio para determinar la rentabilidad del montaje de una planta para la producción de harina en el altiplano, donde se lleva a cabo el cultivo y la cosecha de Arveja China para el aprovechamiento total de dicho cultivo por los mismos productores.

La materia prima de la harina, es la Arveja China, como se mencionó anteriormente y, si se toma en cuenta que es un producto de exportación, de los no tradicionales en Guatemala, y que existe un crecimiento de su cultivo, debido a la demanda en el mercado internacional de este vegetal y que a su vez, éste, es regido por normas estrictas de calidad. No toda la producción rebasa estos estándares impuestos por el mercado internacional por lo que hay una cantidad de que es rechazada.

Aunque existen otros métodos tradicionales para fabricar esta harina, el que se sugiere trata de simplificar de tal forma que el funcionamiento de la misma no sea complicado y que sea el más directo para la obtención del producto deseado, y darle un valor agroindustrial al aprovechamiento de dicho desecho.

II. ANTECEDENTES

A. SITUACIÓN DEL CAMPESINADO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE.

De acuerdo a un estudio que se llevó a cabo por PRODAR en 1990, la población campesina en la región fue estimada cerca de 80 millones de personas, aglutinadas en familias que manejan unas 145 hectáreas de terreno. De esta superficie, es cultivable únicamente un 36% aproximadamente 60 millones de hectáreas.

Las economías campesinas tienen un enorme potencial y las cifras siguientes permiten señalar que las características que tradicionalmente se les atribuyen de economías de auto subsistencia deberían ser observadas con atención, como las que se mencionan a continuación:

- Contribuyen a la subsistencia de 80 millones de personas en la región
- Producen el 40% de alimentos de consumo, principalmente frijol y papa
- Participan en un 30% de las exportaciones de productos agrícolas, café y cacao principalmente.

No obstante lo anterior, el campesinado de América Latina y el Caribe viven en general, una situación de pobreza. Un 60% de la población rural de la región se encuentra en niveles por debajo de la satisfacción de sus necesidades básicas. En países como Brasil, Honduras y Perú, este índice se encuentra entre un 70 y un 75%.

Los esfuerzos hechos por las instituciones para mejorar la situación del campesino lo ayudaron a producir más y de mejor calidad, pero sin tener en cuenta las etapas postcosecha. Además, los grupos campesinos siempre han encontrado dificultades para tener acceso a los servicios de financiamiento, asesoramiento técnico, control de la calidad de los productos, para entrar a los circuitos tradicionales de mercados y tener acceso a los servicios de información tecnológica como comercial.

B. LA SITUACIÓN DE LA AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA DE LA REGIÓN

Esta situación se caracteriza por la consolidación de un sistema agroindustrial transnacional. En este caso, la relación con la economía campesina se da a través de contratos de suministros de materias primas, convirtiendo al agricultor en simple abastecedor, sin posibilidades de añadir valor a su producto y sin que los beneficios del proceso de transformación y comercialización se le reviertan.

Por otra parte, se constata la ausencia de políticas agroindustriales adecuadas a un desarrollo armónico de la micro y la pequeña industria, por lo que esa tiene poco espacio para desarrollarse. La agroindustria rural no es una actividad a crear, por el contrario ha sido y es una realidad económica, sin embargo es una institución que requiere de apoyo y fomento para fortalecerse. Desarrollarse y hacerse competitiva en las condiciones actuales de las economías y mercados latinoamericanos.

Las actividades agroindustriales más importantes de la economía de Guatemala, son:

- Procesar
 - azúcar
 - leche
 - granos (café, maíz, etc.)
 - frutas y vegetales
- Extraer aceites vegetales

Los procesos industriales para vegetales y frutas se han incrementado en los últimos años, respondiendo al crecimiento del consumo de dichos productos.

C. LA IMPORTANCIA DE LA AGROINDUSTRIA RURAL

1. Estructura y funcionamiento.

a. Definición. La importancia de la agroindustria y los negocios agrícolas en Guatemala es evidente ya que aproximadamente del total de los salarios agrícolas

estimados en Q. 337 millones, en 1990, son procesados por agroindustrias domésticas. En el sentido amplio, la agroindustria (incluyendo alimentos, bebidas, tabaco) acumuló el 74% del crecimiento de la manufactura industrial en 1980. Esto constituye por mucho la mayor porción del sector manufacturero en Guatemala.

La agroindustria en el sentido amplio, incluye la industria de proceso de obtención de materia prima, produciendo para el consumo local y para la exportación en los mercados, excluyendo los productos de madera y los productos del mar.

La industria procesadora ha enseñado un crecimiento lento, pero firme en la última década, respondiendo así al crecimiento del consumo de productos en los mercados locales y regionales.

Datos del ICAITI para los años 70's dan a conocer 6 establecimientos con una producción valorada en Q. 6.5 millones, y al emplear alrededor de 700 personas. Todas las plantas fueron localizadas en la capital de Guatemala. Todas estas presentan una variedad de productos a partir de frutas y vegetales por lo que denotan una variedad de procesos. Alrededor del 80% de la producción es utilizada en el mercado local, y el resto es para exportación. Por otro lado, el 10% del consumo doméstico de fruta y vegetales procesados son importados, de allí la importancia del crecimiento de la agroindustria local.

Los datos del ICAITI aparentemente no incluyeron un número de 5 a 10 pequeñas y medianas empresas, las cuales existen desde la década de los 70's y es un indicador de otras fuentes de recursos.

La estructura presente de la industria de vegetales y verduras se caracteriza por una posición fuerte de una compañía (subsidiaria de una corporación Norteamericana), la cual opera en dos de las mayores plantas con el más del 50% de la capacidad total de la instalación y del mercado local. La utilización de la capacidad instalada difiere grandemente en comparación con las otras de un rango entre 35 y 75%, basados en una operación local.

Guatemala aparece con un considerable potencial de frutas y vegetales frescos, congelados y procesados a los Estados Unidos de Norteamérica ya a otros mercados extra regionales. Las condiciones naturales permiten la producción exitosa por la temperatura y que pertenece a una zona tropical que favorece grandemente para el cultivo de frutas y vegetales de exportación.

El gobierno, a lo largo del tiempo ha recibido asistencia internacional de instituciones como ID, ROCAP, FAO, ICAITI, BCIE, que apoyan el fomento del desarrollo para la exportación de frutas y vegetales.

D. AGROINDUSTRIA RURAL

1. Definición. La agroindustria alimentaria rural se ha convertido en los últimos años en una corriente importante del desarrollo rural y una esperanza para los campesinos de América Latina y el Caribe. Esto se debe al esfuerzo conjunto de entidades nacionales e internacionales y sobre todo a que la agroindustria rural representa una fuente generadora de ingresos y de empleos ante la situación económica de nuestros países.

Dentro de este marco, se entiende a la agroindustria alimentaria rural como una actividad que permite valorizar la producción de las pequeñas unidades agrosilvopecuarias, pesqueras y acuícolas mediante la ejecución de una serie de actividades postcosecha, tales como almacenaje, procesamiento (adecuación o beneficio, transformación y comercialización), empaque, transporte y comercialización de los productos, para la obtención de los alimentos.

E. IMPORTANCIA DE LA AGROINDUSTRIA RURAL

A continuación se presentan los principales aspectos que muestran la importancia que tiene la agroindustria rural, tanto para el sector campesino como para el país en general, contribuye:

- al aumento del ingreso de los productos,
- a la creación de nuevos empleos,
- a mejorar el valor nutritivo de los productos,

- a disminuir las pérdidas pos cosecha de los alimentos,
- a la diversificación agrícola,
- al mejoramiento de la dieta campesina (humana o forraje animal),
- a la preservación del medio ambiente,
- a la organización campesina y a la creación de la capacidad empresarial de los campesinos,
- la comercialización de los productos agrícolas de los campesinos,
- a ser factible los proyectos económicos en la actividad de transformación,

F. CARACTERÍSTICAS DE LA AGROINDUSTRIA EN GUATEMALA Y SUS POSIBILIDADES PARA SU DESARROLLO

La importancia de la agroindustria ha sido un tema de discusión en los círculos políticos, económicos, de negocios y académicos en los países de Centro América y otros, desde hace varios años: En estas discusiones se ha enfatizado y se ha tratado de proponer el desarrollo de la agroindustria rural como parte del concepto de “Desarrollo rural” con el fin de mejorar el bienestar de las poblaciones en que viven en esas áreas en los países. Sin embargo, se debe aceptar que, desafortunadamente poco se ha hecho y logrado hasta ahora en ese tema. Así mismo, en reuniones similares se ha indicado repetidamente que la verdadera devoción de estos países es la agricultura, sin embargo no se ve un claro deseo por estimularla para que de esa manera no se den los excedentes para el desarrollo agroindustrial. De acuerdo a varios análisis efectuados en los últimos años, se ha visto un desarrollo económico decidido en varios países cuando inicia una modernización de la agricultura, de tal manera que el sector agroindustrial se ve como una función de la productividad agrícola.

El papel de la modernización agrícola consiste en producir excedentes suficientes para la creciente población urbana e industrial, suficientes materias primas agrícolas para su transformación industrial y transformarse al mismo tiempo, en el mercado para bienes de consumo y equipos producidos por la industria nacional. Estas generalidades se indican en el siguiente cuadro:

Tabla 1
Generalidades sobre las agroindustrias

- El potencial agrícola de Guatemala es grande para su producción en esta área.
- El desarrollo de la agricultura y de su productividad es esencial para el desarrollo de la agroindustria.
- En años recientes se ha destacado la importancia de la agroindustria en beneficio de los países.
- Debe aceptarse que se ha hecho poco en el desarrollo de esa actividad.
- La verdadera inversión en la investigación, en recursos humanos y en transferencia de tecnología es fundamental para el desarrollo de la productividad agrícola del país.
- Esta productividad traería como consecuencia un mayor y verdadero interés en la agroindustria que requeriría a su vez, de investigación, recursos humanos y transferencia de tecnología para su desarrollo.

El papel de la modernización agrícola consiste en producir excedentes suficientes para la creciente población urbana e industrial, suficientes materias primas agrícolas para su elaboración industrial y para transformarse al mismo tiempo, en mercado de bienes de consume y equipos producidos por la industria nacional. Estas generalidades se indican el Cuadro 1.

G. MARCO DE REFERENCIA PARA LA AGROINDUSTRIA.

Uno de los temas de gran polémica en reuniones sobre agroindustria rural, ha sido su definición y su marco de referencia. No hay duda que todas las clases de agroindustria llevarán beneficios similares a las poblaciones rurales, sin embargo, se considera necesario, para ser preciso y estricto, establecer un marco de referencia bien delineado y así facilitar su caracterización de la agroindustria rural. Por consiguiente, el marco de referencia de esta discusión son la agroindustria alimentaria rural, que se entiende como aquella que incluye tanto la producción primaria y la de procesamiento de la producción de la agricultura, que incluye productos de origen vegetal, productos de origen vegetal, productos de origen animal, productos forestales consumidos por el hombre o animal y productos acuáticos transformados en productos intermedios, y

productos terminados para otras industrias, al consumidor nacional y para exportación.

Ya que el compuesto expuesto va de producción a consume, la agroindustria rural debe enmarcarse dentro de la cadena alimentaria que, además del mercado como punto fundamental, incluye producción, cosecha, almacenamiento, procesamiento y consume. Todas las fases o eslabones de la cadena son componentes de importancia variable de la caracterización de la agroindustria alimentaria rural. Cada fase o eslabón representa un subsistema que puede afectar en mayor o en menor grado la eficiencia de la agroindustria, lo que se debe considerar como una caracterización en las posibilidades de su desarrollo.

1. Materia prima

a. Identificación de la Arveja China

Tabla 2
Identificación de la Arveja China

Nombre científico	Pisum sativum L
Reyno	Vegetal
División	Embryophyta
Subdivisión	Diplodialia
Clase	Dicotyledomydae
Sub-clase	Archichlamydeae
Orden	Rosidae
Familia	Leguminosae
Sub-familia	Papilionidadae
Género	Pisum
Especie	Sativum
Nombre común	Arveja China

Nativa de Asia Occidental, del mar Mediterráneo y de las montañas del Himalaya, ésta fue llevada a China desde Persia, se presume que por el año 400 a.C., y fue traída a América en tiempos de la colonia.

b. **Descripción del cultivo.** En general es una planta semi-annual, con hábito de crecimiento indeterminado trepador, que alcanza alturas de los 0.50 hasta los 2.10 metros dependiendo de la variedad. Tiene un período vegetativo de 50 a 60 días, más el período de recolección del fruto que es de 6 semanas. Produce una flor blanca o morada, dependiendo de la variedad. El fruto es una vaina plana y terminada en una pequeña curva.

La temperatura adecuada para su cultivo es de 15 a 18 grados centígrados y la elevación optima sobre el nivel del mar para su siembra es de 1,600 a 2,000 m.s.n.m; el tipo de suelo adecuado para su siembra es el franco y franco arcilloso. La época de siembra es de diciembre a enero. En la segunda quincena de agosto se obtiene la cosecha en los meses de invierno en Estados Unidos. También es posible durante todo el año si se dispone de un sistema adecuado para su riego.

La época de cosecha es de 70 a 75 días después de la siembra para la variedad enana; y de 85 a 90 días para la variedad gigante.

H. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ARVEJA CHINA

Tabla 3
Composición química de la Arveja China

Componente	Cantidad g/100g
Humedad	88%
Energía	42 K calorías
Proteína	2.8 gramos
Grasa	0.2 gramos
Carbohidratos	7.6 gramos

Continuación
Tabla 3

Componente	Cantidad g/100g
Cenizas	0.6 gramos
Calcio	43 mg
Fósforo	53 mg
Hierro	2.1 mg
Tiamina	0.15 mg
Rivoflavina	0.08 mg
Niacina	0.60 mg
Vitamina C	60 mg
Retinol equivalente	14 meq

Se denota según la Tabla 3 que el contenido de agua es bastante elevado, pero se debe tomar en cuenta que al deshidratarla las cantidades de carbohidratos y proteínas son bastante elevados, (carbohidratos 25%, proteínas 67%

I. PRODUCCIÓN DE ARVEJA CHINA EN GUATEMALA

No existe información que registre la producción total de arveja china en el país, ya que la producción de la misma varía en una gran escala, desde agricultores con pequeñas extensiones de tierra, hasta grandes cooperativas. La mayoría de la producción nacional se exporta y su consumo local es bajo y poco cuantificable.

Sin embargo con el fin de poder tener una base para conocer la producción nacional de arveja china, la gremial de exportadores de productos no tradicionales ejecuta un programa permanente para normar y fomentar el cultivo de este producto en nuestro país, también recopila información a través de un censo nacional en los meses de abril a julio, en el año 1996 este censo se catálogos como la única fuente de datos que se basa en un conteo detallado y exhaustivo de todo y de cada uno de los agricultores y la ubicación de las parcelas.

Sobre la base del informe final sobre el Censo Nacional de Arveja China, abril-julio 1996, se cultivaron 6, 216.08 manzanas de tierra. Si se considera el rendimiento de 100 quintales por manzana, propuesta esta cantidad, por el Banco de Guatemala y la gremial de exportadores de productos no tradicionales (GEXPNTRA), se tiene que la producción total para dicho censo es de 62,160,800 libras de arveja china.

J. ZONAS DE PRODUCCIÓN EN GUATEMALA

El clima propio de esta hortaliza es templado fresco, en Guatemala se utilizan tanto el templado como el frío, con un rango de temperatura que oscila entre 7 y 24 grados centígrados. Se produce adecuadamente a alturas entre 4,600 y 7,000 pies sobre el nivel del mar y se desarrolla bien en humedades relativas de 60 a 85%

La época de cosecha de la arveja china es durante todo el año, pero presenta un incremento en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero.

Según el informe final sobre el Censo Nacional de arveja china para 1995, los departamentos productores en Guatemala fueron:

Tabla 4
Producción de arveja china en Guatemala,
Datos presentados en porcentaje

No.	Departamento	Porcentaje
1.	Chimaltenango	79.19
2.	Sacatepéquez	18.23
3.	Quiché	0.84
4.	Jalapa	0.57
5.	Sololá	0.32

K. EXPORTACIÓN DE ARVEJA CHINA

Los países a los que se les exporta la arveja china de Guatemala son principalmente: Estados Unidos, Holanda, Alemania, Bélgica, Inglaterra, Canadá y México.

Las exportaciones para el año de 1,995 fueron de 36,400,000 libras de arveja china, y para el año de 1996 se tuvo un crecimiento del 8% en las exportaciones, llegándose a un total de 39,310,000 libras de arveja china.

L. CANTIDAD DE ARVEJA CHINA DE DESPERDICIO QUE SE QUEDA EN GUATEMALA

Al considerar que el consume interno de arveja china asciende a un 15% de la producción nacional, lo cual es aceptable y al tomar como referencia un estudio anterior que tuvo como base el 10% de la población nacional, se tiene que una cantidad importante de arveja china es desperdiciada.

Tabla 5
Estadísticas de exportación de arveja china

Rubro	Cantidad en Kg
Producción nacional	28,593,600
Exportación	18,02,600
Consumo interno	4,289,040
Desperdicio	6,221,960

M. VARIETADES DE ARVEJA CHINA EN GUATEMALA

Las variedades más importantes que existen en Guatemala, son:

- Melting Sugar 160-04. Esta es la variedad más popular, conocida con Snow Peas, de vaina comestible. Las plantas son compactas, de 150 a 200 cm de altura, producen vainas anchas aplanadas de 10 centímetros de largo con 8-10 semillas cada una.

- Alderman 1160-02. Variedad de arveja china para el consume fresco, conocida como arveja gigante o arvejón. De hábito enredador, alcanza alturas entre 150 y 175 centímetros con vainas de 10 centímetros de largo, redondos y puntiagudos con 8-10 semillas cada una. Resiste al transporte.
- Alaska 160-01. Variedad especial para enlatado y consume fresco. Plantas de 75 centímetros de altura. Produce vainas de 6 centímetros de largo con 6-8 granos en cada una.

II. OBJETIVOS

A. Generales:

- Determinar la rentabilidad de una planta para la obtención de harina a partir de arveja china de desecho.
- Proporcionar una alternativa para la utilización de arveja china de desecho.

B. Específicos:

- Brindar a los productores un proceso económicamente rentable para la obtención de la harina.
- Especificar la tecnología básica y adecuada para el montaje de la planta.
- Optimizar los recursos de energía existentes en el montaje de la planta.
- Realizar un estudio de mercado que determine la posibilidad de implementar una planta para la fabricación de harina de desecho de arveja china.

III. INGENIERÍA DEL PROYECTO

A. PROCESO

1. Operaciones a llevar a cabo en el proceso

a. Deshidratación. Se define como aquel proceso en que se remueve la humedad de la superficie y en la cual existe una transferencia simultánea de calor y masa.

La transferencia de calor depende de la temperatura, humedad y flujo de aire, área expuesta y presión del vegetal. La composición física del vegetal, como composición, contenido de humedad gobierna el grado de transferencia de masa (humedad).

El calor es transferido directamente por un gas caliente o indirectamente a través de superficies metálicas.

Un ciclo típico de deshidratación consiste en las siguientes etapas:

- Calentamiento del vegetal hasta temperatura de secado
- Evaporación de la humedad de la superficie del producto hasta llegar al punto crítico.
- Una vez se llega al punto crítico se detiene la deshidratación.

El aire es el gas más común para el secado de vegetales. Cuando el aire está en contacto de vegetales que contienen humedad, se llega a alcanzar el equilibrio.

b. Molienda. Reducción de tamaño es una operación básica de ingeniería química. A través de los procesos de la industria química, los sólidos son triturados, molidos, pulverizados y degradados. El propósito típico es para prepararlos para un futuro proceso, reacción, extracción o mezcla con otros sólidos.

La reducción de tamaños puede ser separada entre dos categorías genéricas trituradas y molidas. Hay un parecido entre ambos procesos pero el molido

usualmente significa reducir los granos grandes unidos hasta varios pies a lo ancho y a un tamaño de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de pulgada (13 y 19 milímetros). En contraste, triturar, usualmente se refiere a reducir pequeñas partículas, no mayores de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de pulgada (13 y 19 milímetros) a tamaños tan pequeños como a varios micrones. Molidos usualmente se hacen con material seca, mientras que triturar puede ser secas y húmedas.

La reducción de tamaño es practicado en cierta escala, en casi todos los segmentos de los procesos de la industria química. Materiales que son frecuentemente molidos o triturados incluyen: Químicos agrarios, químicos inorgánicos, saborizantes, farmacéuticos, alimentos y materiales alimenticios, productos metalúrgicos, cerámicas, carbón, catalizadores, cementos y casi cualquier sólido que viene en pedazos pequeños.

Resumen de reducción de tamaños. ¿Cuál es el propósito de reducción de tamaños? En beneficio mineral, el propósito principal es liberar o exponer granos de un mineral bogado. El mineral puede entonces ser separado físicamente, por gravedad o flotación: químicamente sin ser disuelto en un liquido apropiado o térmicamente y, estando sujeto a calor mayor. Esta operación requiere que lo bogado sea molido a pocas pulgadas en tamaño, y a veces, triturado a dimensiones de micrones.

Generalmente, las materias primas químicas son productos molidos a la velocidad de su degradación o que los ayuden a ser mezclados con otros materiales, por ejemplo: Pigmentos y colorantes, típicamente se disipa y luego secado a una plasta dura. Esta plasta se tritura muy bien antes de ser utilizado como un agente colorante: el cual asegura que se disuelve y colora de manera uniforme.

La piedra de fosfato crudo se muele para que pueda reaccionar rápidamente con el ácido sulfúrico en la manufactura de ácido fosfático o fertilizante.

Procesos de reducción de tamaños. La reducción se puede ser por lotes o continuamente en un circuito cerrado con o sin un circuito abierto, húmedo o seco.

La operación de moler se utilice cuando hay lotes de cantidades mínimas de material, que típicamente tiene una especificación apretada que debe cumplirse.

El tamaño de la particular depende de los parámetros de operación (e.g. velocidad) de la trituración.

c. Separación de tamaños (máticos). Se debe considerar un número de operaciones importantes en ingeniería química, que son usadas para la separación de sólidos sobre la base de su tamaño. Primero, con métodos que determinan la distribución de tamaños, por medio de análisis de tamices.

Tamiz. Equipo para la separación de sólidos según su tamaño, ya que envuelve la determinación de la cantidad del material y los diferentes tamaños a presentarse. El único método práctico y general para determinar la fracción a la que queremos llegar es a través de tamices que tengan una abertura determinada.

d. Empaque. Las técnicas para llenado, manejo y almacenamiento de bolsas, toneles y otros materiales en contenedores se tendrán que balancear en la eficiencia y economía de la operación de la planta contra un número de factores externos, tales como las necesidades del consumidor, métodos de embarque y prácticas de la industria.

La planeación de empaque de un sistema de contenedor para un sólido seco, se llaman a ingenieros profesionales de diseño, el cual incluye el supervisor de producción quien debe ser consultado con el fácil manejo y llenado del contenedor; el planificador de distribución quien debe recomendar la forma de transporte, al ingeniero de costos quien analiza el costo del embarque y manejo, al ingeniero de seguridad quien ve la protección del medio ambiente y seguridad y otros en una variedad de funciones de mercadeo. Quienes deben evaluar las necesidades del

consumidor final y anticipar los problemas que podrían ocurrir como la tendencia de degradación.

Bolsas de papel. La bolsa de papel de embarque, es probablemente la forma más económica y versátil que existe para el manejo y almacenaje del producto en una variedad infinita de productos en polvo, gránulos, etc. Sus ventajas son:

- Puede ser elaborado en varios tamaños y resistencias.
- Bolsas llenas pueden ser empacadas por densidad y son apiladas fácilmente y son muy eficientes para ahorrar espacio para almacenaje. Las bolsas vacías requieren poco espacio para almacenaje.
- Superficies exteriores de las bolsas pueden ser tratadas con recubrimientos para que resistan infestación de insectos, roturas, etc.
- Hojas separadoras especiales pueden hacerse dentro de las bolsas para prever la humedad y olores y que resistan la penetración de aceites y grasas.

Hay dos tipos básicos de bolsas- de boca-abierta y una válvula. Los extremos son cosidos o pegados. Cuando son cosidas, por lo general se utiliza hilo de nylon o de algodón. Las bolsas con válvulas son completamente ensambladas por el manufacturero de bolsas y vienen con los extremos cosidos o sellados.

Los factores básicos para la medición de las bolsas son:

- ¿El peso de las bolsas será lo más conveniente para su cliente?
- ¿Cuál es la densidad del producto y antes y después del empaque?
- ¿Qué bolsa le queda a los pallets que tiene actualmente?
- ¿Qué tipo de equipo tiene para el llenado de las bolsas?
- ¿Cuál es el tamaño del pallet que mejor le cabe al camión del transportista?
- ¿Qué tan alto puedo apilar las bolsas sin que se convierta en un riesgo de seguridad?
- ¿Cuál es la mejor forma de apilar las bolsas?

El peso de una bolsa de papel kraft es simplemente el peso (Lbs.) de 500 hojas, cada una de 24 x 36 pulgadas. El equivalente de 3000 pies cuadrados. El peso común de kraft es de 40, 50, 60, y 70 libras.

En general, las bolsas son de construcción de múltiples pliegos, los cuales son designados asignándoles un número y peso de cada pliego, empezando con el pliego más interno. El mínimo de fuerza de tensión ha sido establecida por la industria y son cubiertos por las especificaciones Federales UU-S48F y otras clasificaciones. Se deben tomar en cuenta todas las características del producto que se empacará, y que se haga en la forma en que se adecúe a dicho producto.

El costo del producto final, está ligado de forma directa con el empaque a utilizar, por lo que hay que evaluar cuidadosamente este detalle.

V. RESULTADOS

A. SELECCIÓN DEL PROCESO

1. Transporte de la arveja china desecho. La arveja china de desecho se puede llevar con transportes de carga terrestre, se puede utilizar el mismo transporte que se utiliza para transportar la arveja china para exportación, para llevarla a la planta de procesamiento.

2. Ingreso de la materia prima. Hay que adecuar el área de descarga según la cantidad de arveja china de desecho que se procesará diariamente, durante la época de cosecha y posterior selección para exportarla.

Se puede emplear personal para descargar y llevar la materia prima hasta el área de proceso (deshidratadores). Otra alternativa que incrementaría sustancialmente el costo, es de colocar un sistema de transporte desde el área de descarga hasta el área de proceso, esto ayudaría a tener una dosificación continua hacia los deshidratadores ya que es muy importante no sobrepasar la capacidad de los deshidratadores, porque podría dañarlos.

Ya que el ciclo de humedad de la arveja china es bastante alto, y que al deshidratarse perderá el 89% de su peso, entonces ésta debe pasarse previo al secado a un proceso de escaldado el cual servirá para inactivar las enzimas. Este proceso consiste en colocar el vegetal en agua a su temperatura de ebullición por un período corto de tiempo. El tiempo que se debe mantener la arveja debe ser corto para que ésta llegue a tener cocción.

Deshidratación de la materia prima. Antes de entrar en los molinos, la arveja china, tiene que perder su humedad hasta un rango de 10 a 12%, para que ésta quede lo suficientemente deshidratada y que no posea la elasticidad necesaria, para que así pueda ser molida (pulverizada), y que no exista inconveniente de que por causa de humedad se formen masas que impidan que la operación se lleve a cabo

satisfactoriamente (se toma este porcentaje de humedad final, porque es donde las materias vegetales llegan a su punto crítica de humedad a 25oC.).

El deshidratador o secador será un cilindro rotatorio, en el cual se secaran cantidades determinadas de arveja china, en forma de lotes. Las medidas del secador son de cuatro metros de largo y un diámetro de 1.0 m (ver balance de masa y energía).

3. Molienda. Después de salir del deshidratador, se conducirá hacia un molino de rodillos, éste reducirá el tamaño del vegetal hasta 100 mesh según la escala de Tyler que equivale aproximadamente a 0.1524mm para formar la harina.

El molino se selecciona sobre la base de las siguientes consideraciones:

- Tamaño de la alimentación.
- Tamaño (mesh) final deseado.
- Requerimiento de energía.

El molino de rodillos es el más adecuado, porque éste no solo se presta para ajustarlo al tamaño de la partícula, sino que también se adecúa al topo de proceso que se quiere seguir.

Se sugiere un molino de rodillos Raymond con clasificación interna de aire, su rango de entrada es de 25-26 mm y de salida de 150-75 μ m.

Cuando estos molinos trabajan en forma adecuada de succión son completamente automáticos y quedan libres de polvo.

La potencia requerida por el molino nos proporciona una idea del costo de operación que se tendrá. Para estimar la potencia requerida se utilizó el artículo "Size reduction" de Douglas Moire (Chemical engineering); obteniéndose una potencia de HP. Se trabajó un sobredimensionamiento para darle un margen de seguridad al molino, de esta forma el molino es capaz de resistir una sobrecarga y no va a trabajar al límite del diseño, por lo que se sugiere una de aproximadamente 8hp.

Tamices. En la salida de la molienda, el producto obtenido se tiene que pasar por un área de tamices, para estandarizar el tamaño de la partícula de la harina que estamos obteniendo.

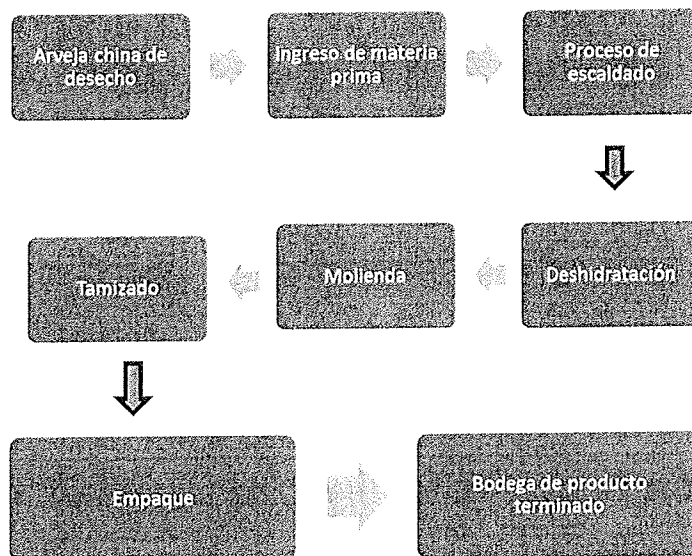
Estos tamices, tendrán un agitador mecánico para así lograr de forma constante la caída de la harina de un tamaño adecuado y para evitar que se mantenga el producto en la parte de arriba.

Empaque. Luego de pasar por los tamices, se hará empacar la harina, en forma manual, ya que al salir del área de tamizado, ésta se tendrá que almacenar en un silo que tendrá una tolva en la parte inferior para facilitar el llenado de las bolsas.

La capacidad de las bolsas de papel kraft es de 5 libras en adelante y el material que se use será de una variedad de papel, ya que este tipo de empaque es muy versátil y económico, y se acomoda fácilmente al manejo después de salir de la planta.

B. DIAGRAMA DE FLUJO

Ilustración 1



C. Información básica para la rentabilidad y evaluación económica.

- Humedad de las materias primas. Uno de los principales factores para realizar el estudio es saber la cantidad de humedad (humedad inicial) que posee la Arveja China, ya que éste es un parámetro más importante en el proceso de secado. Según literatura revisada, la cantidad de humedad que posee la Arveja China es de alrededor del 88%. En la Tabla 1 se presenta la composición química de la Arveja China.
- Localización de la planta. La materia prima y básica para la elaboración de la harina, es la arveja china. En el mapa anexo en el apartado correspondiente se señalan los puntos en los cuales según la Tabla 3 se encuentran las mayores extensiones de tierra cultivadas de este vegetal. De estos sitios solamente las regiones de Chimaltenango y Sacatepéquez tienen el mayor porcentaje de tierra cultivada de arveja.

Por lo tanto, las regiones que constituyen las alternativas de localización de la planta son Chimaltenango y Sacatepéquez. De estas dos la que posee el mayor porcentaje de siembra de este vegetal es Chimaltenango.

La planta debe localizarse cerca de los lugares donde exista mayor abundancia de la materia prima. Primeramente, por la facilidad para el transporte, por la cercanía a la planta y después que reducirá la inversión en el manejo y transporte de la misma.

En la siguiente tabla se ponderan los lugares que tienen posibilidades para la localización de la planta.

Tabla 6
Ponderación de lugares para la localización de la planta

	Idealidad	Chimaltenango	Sacatepéquez
Factor de producción			
Materia prima	40	40	20
Mano de obra	15	10	10
Combustibles	10	8	8
Transporte	10	8	8
Mercado	10	8	10
Otros			
Desarrollo	5	5	5
Infraestructura vial	10	10	10
Total	100	89	71

Se puede sugerir que un lugar adecuado para la localización de la planta sería Chimaltenango, ya que cumple con los requisitos anteriormente mencionados, y con la mayor puntuación en la ponderación, porque nos permite prescindir de servicios de transporte en gran cantidad de grandes distancias.

Hay que agregar que la carretera (infraestructura vial), se encuentra en buenas condiciones para su posterior comercialización, por su cercanía a la capital.

Ciclo de vida y capacidad de diseño. Se decidió un ciclo de vida de 15 años, sobre la base gramos para el consumo local, aumentando. Si nos basamos en el hecho de que al aumentar la demanda del vegetal, aumentará la cantidad de áreas sembradas, por lo tanto aumentará la cantidad de rechazo y por ende de desecho de la misma.

El tamaño de la planta se ha fijado luego de tomar en cuenta que los primeros cinco años de trabajo se ha de rebasar el 75% de utilización de la capacidad de diseño de la planta, por lo que desde el primer año se trabaja cerca de dicha capacidad.

Producción anual de Arveja China. Al tomar en cuenta que la producción nacional es de más de 28 millones de kilogramos y que la de esta producción se exporta el 64% (alrededor de 18 millones de kilogramos) y que se utiliza poco más de 4 millones de kilogramos para el consumo local, se tiene que el desperdicio (materia prima) de este producto es de más de 6 millones de kilogramos, tomando en cuenta también la capacidad de producción para la que se diseñó la planta es de aproximadamente de 37,074 kilogramos al año (esto rebasa el punto de equilibrio en kilos de producción que es de 27,8000 kilogramos al año) y a la vez asumiendo que la planta tenga un 65% de eficiencia.

1. Costo de inversión del equipo. El análisis del equipo se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 7
Costo de inversión del equipo

Inversión en equipo		
Molino de rodillos= capacidad m(kg/hr)	m= 24.4 kghr	
	\$ 2,500.00	Q. 15,000
Equipo para secador rotatorio = área de cama de exposición (m2)	a= 6.3m2	
	\$ 10,000	Q. 60,0000
Tamiz = consumo de poder (kW)	m= 0.24 kW	
	\$ 600	Q. 3,600
	Total	Q. 78,600

2. Costo de operación de la harina. El desglose del costo de producción de la harina a partir de Arveja China está resumido en la Tabla 7.

3. Precio de la harina. Una de las características de la harina a partir de Arveja China es el valor vitamínico y nutricional que posee, lo que va a denotar un valor agregado a la misma sobre otro tipo de harinas de su misma clase.

El valor de producción de la harina es de Q. 354.00/100 Kg y el valor que se asume para la venta es de Q. 390.00/kg.

4. Utilidades netas proyectadas. Estas están definidas como la diferencia entre la totalidad de ingresos por ventas y el costo de producción. En la Tabla 8 se presenta este margen existente durante el ciclo de vida de la planta.

Tabla 8
Utilidad de metas proyectadas

Año	Costos de producción	Ingreso en ventas	Utilidades netas proyectadas
1	115294	130390.26	15,096.47
2	145939	165047.971	19109.1
3	162167	199708.045	37540.78
4	171897	231661.332	59764.03
5	178997	264395.078	85398.41
6	180966	293742.932	112777.31
7	183499	334866.942	151367.8
8	185885	339220.213	153335.58
9	187874	342849.869	154976.27
10	190128	346964.067	156835.58
11	192124	350607.19	154876.27
12	194622	355165.083	156835.98
13	194622	355165.083	158482.76
14	192092	350547.937	160543.04
15	182526	333090.65	158455.98

5. Punto de equilibrio. Determina la cantidad que es necesaria producir para que el total de los costos sean iguales a las ventas netas. Está definido por las siguientes fórmulas.

Para la cantidad de kilos necesarios:

$$PE = CF / (P_{vent} - (CV/100))$$

Para la cantidad de dinero que es necesario

$$PE D: CF / (1 - CV / P_{vent} * 100 * 334)$$

Donde:

PE	es el punto de equilibrio
CF	son los costos fijos al año
CV	son los costos variables al año
PV	es el precio de venta.

En la Tabla 9 se presenta la sumatoria de Costos Fijos y en la 9 los costos variables al año de producción.

A partir de lo anterior se obtuvo un punto de equilibrio en Kilogramos igual a 27,800 kilogramos al año o Q. 104,567.7 al año. Estas cantidades representan el 80% de la producción anual.

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO.

Tasa de rendimiento para el empresario (TREo). Es la relación que existe entre la utilidad neta de operaciones y la inversión total requerida por el proyecto. La relación es la siguiente:

$$TREo = \text{Utilidad neta} / \text{Inversión total}$$

La TREo para el proyecto de la harina a partir de Arveja China de desecho es menor de 0.2, lo que significa que la inversión se pagará en aproximadamente 5 años.

Tasa Interna de Retorno (TIR). Es la tasa o interés compuesto que se va a obtener con base en la inversión inicial. La tasa interna de retorno cumple cuando

$$I = F.C./ (1+TIR) + F.C./ (1+TIR)^2 + \dots + F.C./ (1+TIR)^n$$

Donde:

- F. C. es el flujo de caja
- N es el número de años
- I es la inversión total del proyecto.

El TIR para el proyecto de la harina a partir de Arveja China de Desecho es de 30.4 tal como se mira en la Tabla 10. En el anexo 3 se encuentra el detalle del cálculo de cada una de las tasas.

VI. DISCUSIÓN

A. MERCADO

1. **Descripción del producto.** En la actualidad el mercado para las harinas de alto grado nutricional, como es el caso de la proveniente de la arveja china es bastante limitado, por lo que la aplicabilidad básica de este producto es para forraje de animales o como una alternativa adecuada para el mercado de las sopas deshidratadas.

Datos comparativos de productos similares se dan a continuación:

Tabla 9
Costo por kilogramo de la proteína de la harina de soya, harina de algodón, harina de carne y harina de hoja de yuca

Fuente	Precio 100 Kg. (Q.)
Harina de soya	395.32
Harina de algodón	218.73
Harina de carne	435.96
Harina de hoja de yuca	169.54

Estos datos ayudan a ubicarse en el rango de precios en el que se debe situar, para ser competitivos.

La forma sugerida de uso, es aplicarla principalmente en concentrados para aves o bovinos, con la intención de aumentarle el valor nutritivo a los mismos.

Se debe hacer hincapié, en que una de las ventajas del producto es que, éste es nuevo y de una aplicación relativamente fácil y como ya se mencionó con un alto grado nutricional comparado principalmente con la harina de soya y la que proviene de la carne y con proyección no solo en el ámbito nacional, sino que internacionalmente para países agrícolas del área.

2. Oferta. El Instituto Nacional de Estadística (INE) presenta los insumos utilizados para la elaboración de alimento animal. El insumo de mayor consumo fue el maíz, que representa un 45% del mercado; los otros insumos que se utilizan son minoría en comparación al porcentaje que tiene el maíz (entre ellos la soya, sorgo, harina de carne, etc.).

La cantidad de todos los insumos utilizados (secos) en la última década suman 217,341 TM*. Sin importar las fórmulas que se hayan empleado, la producción total de concentrados debe ser la misma cantidad.

Con base en la producción total de concentrados se puede calcular la oportunidad total en el mercado, se calcula que la cantidad porcentual total en el mercado puede ser de hasta 10%. De acuerdo con esto, nuestra oportunidad total de mercado es de aproximadamente 25,0000 TM/año y esto rebasa sobremanera la producción en los primeros años de la planta para su eficiencia.

3. Demanda. En Guatemala éste sería un producto y materia prima nueva para los concentrados. Ya que éste es un producto nuevo, por lógica al principio puede que el consumidor no esté de acuerdo o convencido de sus beneficios, para determinar el precio de venta se hizo una simulación de la rentabilidad en función del precio de venta, para que este proyecto sea rentable, no existe precio de venta, no existe precio, por lo que de acuerdo al precio de producción y con lo anteriormente mencionado, tendremos el precio al mercado del producto. Ver Gráfica 4 en Anexo 4.

B. VENTAJAS DE LA HARINA A PARTIR DE ARVEJA CHINA DE DESECHO.

La razón principal para considerar a la Arveja China de desecho como una opción para la fabricación de su respectiva harina, es su bajo costo comparado con otras materias primas similares y que se pueden utilizar para los mismos propósitos.

Una de las ventajas más importantes para este tipo de planta, es que no es del tipo especializada para un solo tipo de harina, sino que se pueden utilizar para

diferentes vegetales que posean características similares, para así poderlos procesar de igual forma.

El aprovechamiento de la Arveja China de desecho en harina es una alternativa agroindustrial que se puede utilizar por las personas que se dedican al cultivo de la misma para optimizar su producto y así obtener mayores ganancias de él.

Áreas de siembra de la materia prima en función de la capacidad de secador rotatorio. Los factores esenciales y parámetros que fueron necesarios establecer para determinar la capacidad del secador rotatorio son:

El aire por el área de Chimaltenango. Éste es de una humedad relativa en un rango de 55 a 70% y posee una temperatura que oscila entre los 18 a los 25 grados centígrados, tomándose este último como referencia para el diseño del secador.

Al tomar como referencia la temperatura anteriormente mencionada tenemos ésta como temperatura inicial y conociendo la temperatura necesaria para que se deshidrate el vegetal es de aproximadamente 75 grados centígrados, se fija esta temperatura como la de salida.

El secado se estableció como de flujo a contracorriente, para lograr que la temperatura del vegetal este lo mas en equilibrio para que a este se le arrastre la mayor cantidad de humedad y quede lo suficientemente seco para evitar problemas posteriores con la molienda.

El secador rotatorio tendrá un metro de diámetro y 4 metros de largo. Basándonos en esto se determinó la capacidad calculando el tiempo de residencia, para realizar posteriormente el balance de masa y energía como se explica en detalle en el Anexo 3, donde se detalle el flujo básico necesario para secar la Arveja China (vegetal). La arveja china por tener una buena cantidad de agua (el 88%) y por ende esto hace un gran volumen en la entrada del secador se determinó un flujo del solido de 24.4 Kg/hr como la capacidad del secador por hora para este vegetal. Además

para esta cantidad de alimentación del sólido se determinó que la cantidad de aire seco para el mismo es de 228.3 kg/h.

1. Diseño del calentador de aire. Para poder calentar el flujo de aire de 25 a 75 grados centígrados son necesarios 23376 kJ/h (Anexo 3).

Se debe usar tubos de cobre de una pulgada D.E. calibre B.W.G. arreglándose en paso triangular de $2\frac{1}{4}$, y bancos de tubos de 1m* 1.5 m para obtener un aire mezclado, para mayor eficiencia de transferencia de calor.

El coeficiente global de transferencia de calor para los enfriadores de aire (vapor dentro los tubos) es de 30.03 W/m²K. El cambio de temperatura media logarítmica es de 97.89 grados centígrados, de esta forma el área de transferencia de calor es de 6.3 m². Para esta área serán necesarias seis camadas de tubos, 3 en cada entrada de aire.

La potencia del ventilador para un calentador de aire con un coeficiente global de transferencia de calor de 30.3 W/m²K se puede estimar en 1.5 hP por cada 9.3 m² de área de intercambio de calor, y esto para nuestro caso es suficiente aún sobre redimensionando el secador.

Las dimensiones del ventilador para obtener el flujo másico de 24.4 kg/h son las siguientes: el diámetro será el mismo que el secador y su profundidad que es según fórmula 0.22 cm, lo más cercano en el rango de 0.22 es 1 cm.

El motor para mover el secador debe ser un motor reductor de aproximadamente 5hP en vista que el caballaje necesario está arriba del orden de 4hP.

Inversión de equipo. El equipo para el montaje de la planta es nacional y se trató de diseñar algo que fuese lo más factible, a excepción del molino y los motores.

Precio de la harina. El precio de la harina se nota un poco elevado en comparación de otras como es el caso de la harina de algodón o de hoja de yuca pero a comparación de las otras dos opciones que se tomaron en cuenta que son con las que realmente compite este producto, son de precios mucho más altos.

2. Punto de equilibrio. Al tomar en cuenta el punto de equilibrio para saber el número de kilogramos que hay que producir o las ventas mínimas anuales para que se empiecen a generar utilidades, los valores son de 27 800 kilogramos al año o Q. 104,577, ya que si no es mayor dicha producción se empieza a tener pérdidas.

3. Tasa interna de retorno. El TIR para este proyecto es de 30.4% se considera bastante aceptable tomando en cuenta la tasa de interés a plazo fijo que otorgan los bancos por inversión de un capital, y las utilidades netas a través de los años son bastante buenas para cualquier inversionista aunque no sea en extremo alta si se espera un buen reembolso a partir de la cantidad invertida.

VII. PLAN DE CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Para el diseño y la futura puesta en marcha, se contará con personal capacitado y que tenga un conocimiento básico del proceso, por lo tanto no es necesario contratar gente adicional para el diseño.

Se han distribuido las actividades de la siguiente forma: Compras y contratistas, finanzas y construcción

Para el procesamiento del material se necesita personal de apoyo que tenga la experiencia necesaria y suficiente, ya que estas actividades requieren de seleccionar alternativas y tomar decisiones. Tomando en cuenta no solo el precio, sino también la adaptabilidad a las condiciones bajo las cuales se operará. La responsabilidad de estas personas es hacer la selección y compra del equipo necesario.

El equipo que existe opción de importarlo es el deshidratador, el molino y el tamizador, mientras que el resto del equipo puede conseguirse localmente. Este equipo también se encargará de las cotizaciones y contratos con las diferentes empresas como movimiento de tierras, obra civil, etc. Y de llevar las relaciones con los contratistas. En la fase final del proyecto se necesita de toda la experiencia adquirida de este personal, para hacerle frente a los imprevistos por medio de los contratistas y proveedores del equipo auxiliar.

En el CPS (Critic path Schedule) de construcción se definen las tareas, que cada equipo realizará a lo largo de 18 meses de construcción de la planta. Este equipo tendrá bajo su cargo el control técnico del trabajo realizado por los contratistas, como plomeros, electricistas, etc. Deberá construir un taller que permita la reparación rápida y en forma adecuada del equipo auxiliar (tuberías, cableado, etc.). Durante la primera mitad del proyecto el personal de compras es quien mantiene una mayor actividad y el que debe coordinar que todos los materiales e insumos estén disponibles cuando el equipo de construcción lo requiera. El equipo de construcción deberá participar activamente durante la puesta en marcha.

Diagrama 1
Programación para el plan de construcción

CPS PARA PLAN DE CONSTRUCCION																		
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CONSTRUCCION DE LA PLANTA																		
Delegación de responsabilidades y cedenlo de presupuesto																		
Contratación de personal de apoyo																		
Ingeniería de detalle																		
Preparación del terreno																		
Contratación de terreno para la instalación																		
Instalación de talleres																		
Alimentos y obra civil																		
Recepción e instalación de equipo																		
Instalación de equipo auxiliar																		
Instalación de tuberías y equipo eléctrico																		
Avanzadas en edificios y laboratorios																		
Revisión de instalaciones y arreglo de imprevistos																		

Diagrama 2
Programación de compras y contratistas

CPS DE COMPRAS Y CONTRATISTAS																		
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
COMPRAS Y CONTRATISTAS																		
Contratación de personal de apoyo																		
Contrato de manifiesto de tierras																		
Instalación de equipo																		
Compra de equipo en el extranjero																		
Contratos locales para compra de equipo																		
Obra civil, edificios																		
Contratistas																		
Materiales eléctricos																		
Materiales electrónicos																		
Revisión de instalaciones y arreglo de imprevistos																		

Diagrama 3
Programación para la puesta en marcha

CPS PUESTA EN MARCHA								
MES	0	1	2	3	4	5	6	7
Organizar información y programas de computadora								
Organizar cuadrillas de trabajo								
Entrenar personal								
Montar laboratorio								
Pruebas en seco								
Pruebas de presión								
Pruebas de temperatura								
Pruebas dinámicas								
Pruebas de presión con fluidos de proceso								
Operación de planta								
Análisis de resultados								
Calidad de producto								

VIII. CONCLUSIONES

- La razón principal para considerar a la Arveja China de desecho como una opción viable para la fabricación de su respectiva harina, es su bajo costo comparado con otras materias primas similares y que se pueden utilizar para los mismos propósitos.
- Una de las ventajas más importantes de este tipo de planta, es que no es especializada para una sola clase de harina, sino que se pueden utilizar para diferentes vegetales que posean características similares, para así poderlos procesar de igual forma.
- El aprovechamiento de la Arveja China de desecho en harina es una alternativa Agroindustrial que se puede utilizar por las personas que se dedican al cultivo de la misma para optimizar su producto y así obtener mayores ganancias de él.
- El proyecto de harinas a partir de Arveja China de desecho es económicamente factible ya que si se trabaja la planta con un buen rendimiento se tendrá un reembolso de la inversión inicial prácticamente en los primeros tres años de operación de la misma. Pero para que esto ocurra se ha obtenido que el costo de producción de la harina es de Q. 345.19 por cada 100 Kg y es bastante aceptable, al tomar en cuenta que las harinas con las que competirá en el mercado (soya, y carne) son mucho más caras y las de precio menor tienen menos capacidad nutricional. Pero como se mencionó anteriormente queremos que se recupere lo invertido en el tiempo anteriormente mencionado y tomando en cuenta los gastos colaterales para manejar la venta del mismo se sugiere un precio de venta no menor a Q. 390.00 por cada 100 KG y que si se sabe manejar de forma apropiada para su venta puede encausarse en una buena alternativa proteínica para animales de engorde.

- Basándose en la tasa interna de retorno el proyecto se considera económicamente factible y a que el resultado de esta es de 30.4% ya que este porcentaje es mucho mayor que la inflación actual del país.

IX. RECOMENDACIONES

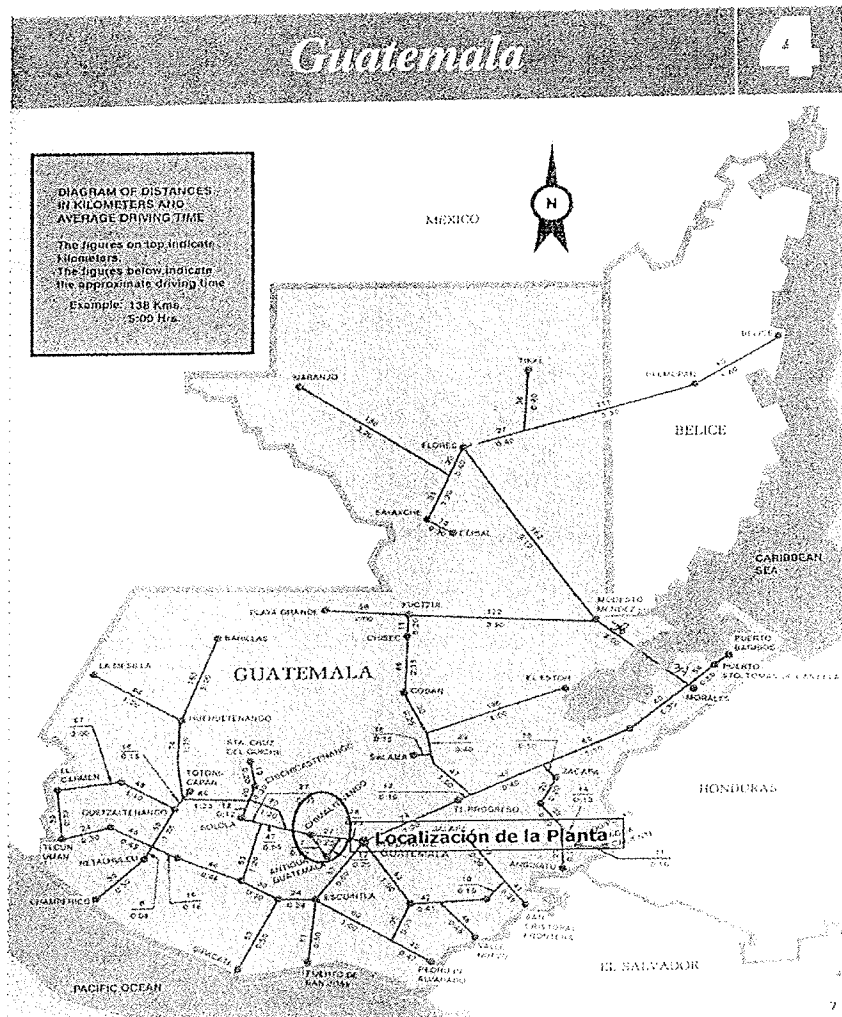
- Considerar la planta que se detalla en el proyecto, como única y exclusivamente para el producto que se genera aquí, sino para cualquier tipo de vegetal que se adecúe por sus características al proceso.
- Considerar y profundizar para cualquier subproducto que se pueda generar en el proceso de fabricación de harinas a partir de arveja china.
- Realizar un estudio detallado para optimizar los rendimientos y resultados agroindustriales que se puedan obtener a partir de la fabricación de Arveja China de desecho.
- El perfil del estudio de factibilidad de la planta, se pensó como el más práctico y sencillo método para la fabricación de la harina. Pudiéndose mejorar con alternativas de equipo que pueda resultar más eficiente según las características que se le quieran dar al proyecto y el rango de inversión.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado J. 1995. *Informe final sobre el censo nacional de arveja*. Abril-julio 1995. Gremial de exportadores de productos no tradicionales de Guatemala (GEXPRONT)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Banco Internacional de Desarrollo y Fomento (BIRF), Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) 1981. *Desarrollo Agropecuario y rural*. Volumen II. Guatemala.
- Cisneros, G. y H. García. *Cultivo o industrialización de la Soya*. Instituto de Fomento de la Producción. Guatemala 1965
- Boucher F. 1992. *La agroindustria rural y las instituciones*. Memorias del seminario de agroindustria alimentaria rural en Guatemala. INCAP. Guatemala.
- Bressani R. 1992. *La agroindustria rural y las instituciones*. Memorias del seminario de agroindustria alimentaria rural en Guatemala. INCAP. Guatemala
- Cordón T. Adolfo. *Factibilidad de producir harina de flor amarilla y de yuca en un beneficio de Te de Limón*. Universidad del Valle de Guatemala. Departamento de Ingeniería Química, 1992.
- Gudiel M. 1987. *Manual Agrícola Superb*. VI edición. Guatemala.
- Hernández J. 1990. *Estimación del área de producción de algunas hortalizas y frutas en Guatemala, durante el periodo 1985-1989*. CIPREDA. Guatemala
- Heuser, G. F. *La alimentación en la avicultura*. Trad. J.L. de La Loma, Segunda Edición México Ed. Hispano Americana. 1963.

XI. ANEXOS

ANEXO 1



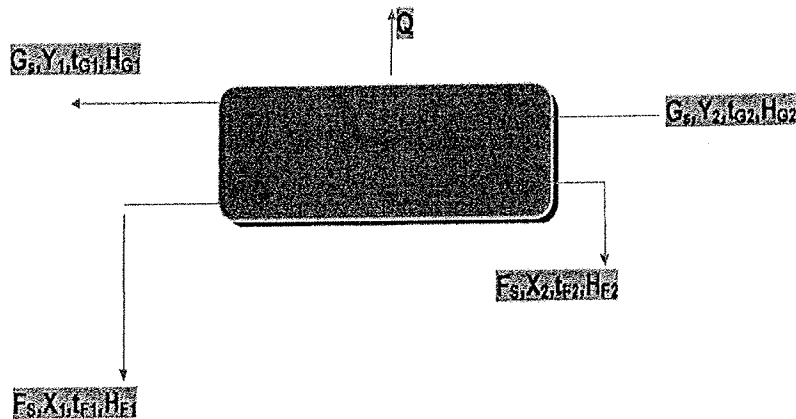
ANEXO 2

Costo de la planta

Rubro	Q.
Equipo	78600
Instalación	10000
Tuberías y accesorios	7000
Instalación eléctrica	6500
Instrumentación	10000
Servicios y oficinas	7000
Preparación del terreno	10000
Obra civil	10000
Ingeniería	6500
Tecnología	4000
Contratistas	5000
Contingencias	10000
Puesta en marcha	3500

ANEXO 3

Balance de masa y energía
Diagrama de balance de masa y energía



donde,

Q = Calor cedido al ambiente. (kJ/hr)

G_s = Flujo másico de aire seco. (kg/hr)

W = Humedad absoluta del aire. (kg agua/ kg aire seco)

t_s = Temperatura del aire. ($^{\circ}\text{C}$)

H_G = Entalpía del aire húmedo. (kJ/kg aire seco)

F_s = Flujo del sólido (kg/hr)

X = Humedad absoluta del sólido. (kg agua/kg aire seco)

t_l = Temperatura del sólido. ($^{\circ}\text{C}$)

H_l = Entalpía del sólido húmedo. (kJ/kg aire seco)

C = Capacidad calorífica.

Este perfil da una primera aproximación, donde se hace suposición del largo de el secador esto puede tener margen de error.

Continuación

ANEXO 3

- Base de calculo 100 kg de alimentación del vegetal
Primero, tenemos que obtener el tiempo de retención, basándonos en la fórmula

$$\theta = \frac{KL}{DS}$$

donde

θ = Tiempo de residencia en secador. Min.

K = Constante de un rango de 3-7 para secadores rotativos en contracorriente (McCabe&Smith)

L = Largo del secador

D = Diámetro del secador

S = Arco, Inclinación del secador.

$$\begin{aligned}\theta &= (3*4)/(1.0*0.847) \\ &= 14.2 \text{ min.}\end{aligned}$$

$$C = \frac{(\pi * D / 4)(L)(\rho_m)(0.15)}{\theta}$$

donde

ρ_m = densidad media aparente del sólido = 102 kg/m³

0.15 = factor de corrección

$$C = 203.1 \text{ kg/hr}$$

- Ecuación de balance de masa

$$F_s X_1 + G_s W_1 = F_s X_2 + G_s W_2 \quad (1)$$

- Ecuación de balance de energía

$$F_s H_{L1} + G_s H_{G1} = F_s H_{L2} + G_s H_{G2} + Q \quad (2)$$

$$F_s = C * (1 - \% \text{humedad del vegetal} / 100) = 24.4 \text{ kg/hr}$$

$$X_1 = \% \text{ humedad del vegetal} / (100 - \% \text{ humedad del vegetal}) = 7.4 \text{ kg agua/kg vegetal seco}$$

$$X_2 = \% \text{ humedad al final} / (100 - \% \text{ humedad al final}) = 0.163 \text{ kg agua/kg vegetal seco}$$

$$t_{L1} = 25^\circ\text{C} / t_{L2} = 70^\circ\text{C}$$

$$W_1 = 0.022 \text{ kg agua/kg de aire seco (aire al 70\% humedad relativa y}$$

$$25^\circ\text{C}) \text{ (Carta Psicométrica Carrier, 1985).}$$

$$t_{G1} = 75^\circ\text{C} / t_{G2} = 32^\circ\text{C}$$

Continuación

ANEXO 3

- Para la entalpía del sólido

$$H_L = (C_F)(t_L) + (X) C_{p \text{ H}_2\text{O vapor}}(t_L)$$

$$\text{donde } C_F = 0.679 \text{ kJ}/(\text{kg K})$$

- Para la entalpía del calor humedo

$$C_{p \text{ aire}} = 1.00 \text{ kJ}/(\text{kg K})$$

$$C_{p \text{ H}_2\text{O vapor}} = 1.88 \text{ kJ}/(\text{kg K})$$

$$H_{\text{H}_2\text{O vapor}} = 2594.5 \text{ kJ}/(\text{kg mol})$$

$$H_G = (1.00 + 1.88*Y)(t_y) + 2594.5*Y$$

entonces tenemos

$$H_{L1} = 364.78 \text{ kJ}/\text{kg}$$

$$H_{L2} = 68.98 \text{ kJ}/\text{kg}$$

$$H_{G1} = 129.99 \text{ kJ}/\text{kg}$$

$$H_{G2} = 98.37 \text{ kJ}/\text{kg}$$

Resolviendo ecuaciones (1) y (2) tenemos

$$G_s = 228.3 \text{ kg}/\text{h}$$

$$W_2 = 0.752$$

Continuación

ANEXO 3

Condiciones

Las temperaturas típicas del gas a la entrada están comprendidas entre 120 a 175°C para aire calentado con vapor; por lo que tomaremos 150°C (T_1 y T_2) promedio. (McAbe/Smith 1991)

La temperatura del aire caliente 75°C.

La temperatura inicial 25°C medio ambiente.

El secado sera en condiciones adiabáticas a una presión constante de 70psig.

Q = Calor sedido al ambiente, kJ/h

G_s = Flujo másico del aire, kg/h (87.57 kg/h)

C_{aire} = Capacidad calorífica del aire, kJ/kg K (1.046 kJ/kg °C)

ΔT_{lm} = La diferencia de temperatura media logaritmica, °C

λ = Calor latente de evaporación del agua, kJ/kg (2317.9 kJ/kg)

U = Coeficiente global de trasferencia de calor, W/m K

$V_{\text{esp.}}$ = Volumen específico del aire, m/kg

R = Rotación del ventilador, r.p.m.

A_T = Area transversal del ventilador axial, m

P = Profundidad del ventilador cm

Entonces

La diferencia de temperatura media logaritmica es

$$\Delta T_{lm} = [(T_2 - t_1) - (T_1 - t_2)] / \ln [(T_2 - t_1)/(T_1 - t_2)]$$

donde

$$T_1, T_2 = 150^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 25^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 75^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{lm} = 97.89^\circ\text{C}$$

El calor sedido al ambiente (Q)

$$Q = (G_s)(C_{\text{aire}})(\Delta T_{lm})$$

$$Q = (228.3)(1.046)(97.89)$$

$$Q = 23376 \text{ kJ/h}$$

Continuación

ANEXO 3

Consumo de vapor Q/λ

$$23376/2317.9 = 10.09 \text{ kg/h}$$

Ahora, tenemos que

U, para los secadores rotatorios está dada por:

$$U = \frac{0.5 * G^{0.67}}{D}$$

entonces,

$$U = \frac{0.5 * (228.3)^{0.67}}{0.5}$$

$$U = 38.03 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

El área entonces será

$$A = Q / (U * \Delta T_{lm})$$

$$A = 6.3 \text{ m}^2$$

La cantidad necesaria de caballaje para un área de transferencia calor de 6.3 m^2 corresponde a la siguiente relación 1.5 hP por cada 9.3 m^2 entonces, por los metros cuadrados de transferencia uno de 1.5 hP es suficiente (por sobredimensionamiento).

Las dimensiones del ventilador están dadas, tomando en cuenta que el diámetro del mismo será de un metro.

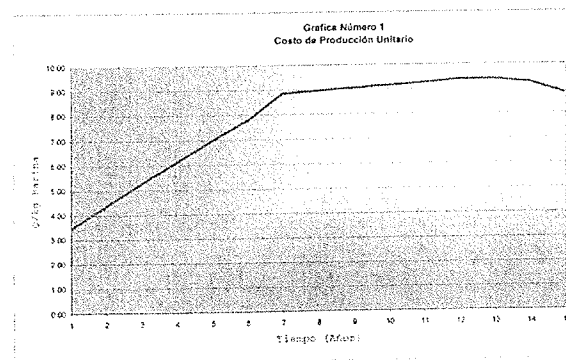
Entonces la profundidad será

$$P = [(G_s) * (V_{esp}) / 60 / R / (A_T)] \text{ donde } A_T = \frac{\pi * D_T}{4}$$

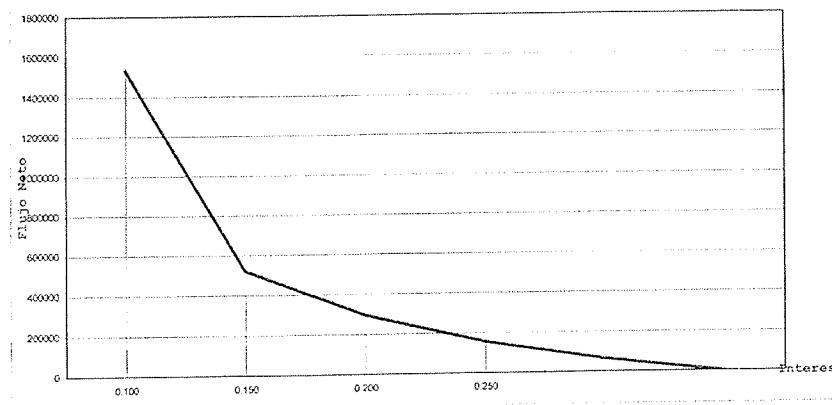
$$P = 0.22 \text{ cm.}$$

ANEXO 4

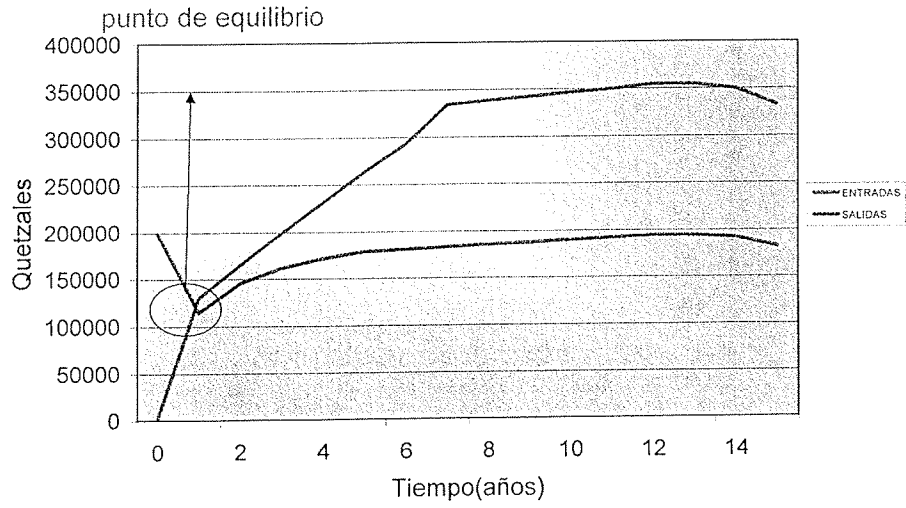
Gráfica 1
Costo de producción unitario



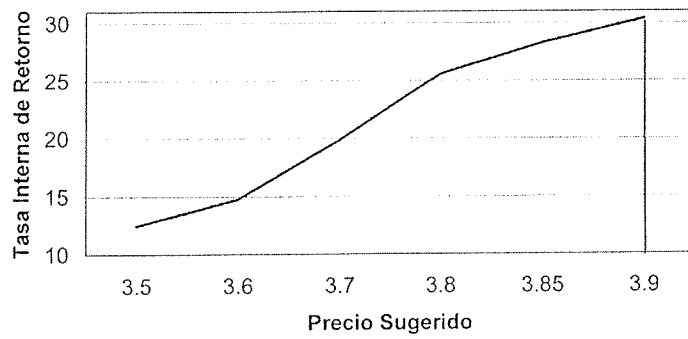
Gráfica 2
Estimación de la Tasa Interna de Retorno



Gráfica 3
Entradas y salidas



Gráfica 4
Simulación de rentabilidad en función del precio



ANEXO 5

Anexo 5

TABLA NUMERO II

FLUJO DE FONDOS (MILES DE Q.)

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Costos de producción															
Materia prima	553	755	778	824	853	868	862	852	901	917	922	933	933	921	875
Mano de obra directa	2499	3164	3515	3730	3880	3923	3978	4030	4073	4122	4165	4219	4219	4164	3957
Servicios	8000	10128	11233	11926	12423	12667	12733	12898	13036	13193	13331	13504	13504	13329	12665
Suministros	1422	4182	4869	5162	5375	5434	5510	5582	5641	5709	5769	5844	5844	5768	5481
Mantenimiento	599	758	843	893	930	940	953	966	976	988	998	1011	1011	998	948
Laboratorio	238	352	391	414	431	436	442	448	453	458	463	468	468	463	440
Indicencia y Técnico	833	1055	1172	1242	1293	1308	1320	1333	1343	1356	1374	1388	1406	1406	1388
Amortización	5988	7583	8422	8928	9297	9399	9520	9654	9758	9876	9978	10108	10108	9977	9480
Impuestos	599	758	843	893	930	940	953	966	976	988	998	1011	1011	998	948
Español	599	758	843	893	930	940	953	966	976	988	998	1011	1011	998	948
Suma los costos de fabricación (dólares)	30885	39034	43142	46048	47950	48477	49140	49783	50328	50932	51487	52136	52136	51438	48849
Costos Comerciales	1544	1954	2172	2302	2357	2423	2457	2469	2516	2546	2573	2606	2606	2572	2444
Intereses	837	1173	1301	1382	1439	1455	1475	1495	1511	1529	1546	1565	1565	1544	1468
Intereses de Capital	700	866	983	1041	1087	1096	1114	1129	1141	1154	1166	1182	1182	1166	1108
Servicios Financieros	463	582	655	690	719	727	737	746	754	762	772	782	782	771	733
Suma de los gastos financieros (dólares)	3634	4600	5111	5418	5642	5704	5784	5859	5922	5993	6060	6134	6134	6055	5753
Costos de producción/día	34519	43634	48253	51466	53592	54181	54940	55644	56290	56925	57572	58270	58270	57613	54646
Costo de producción/día	11394	15469	18238	19431	19454	19488	19492	19492	19492	19492	19492	19492	19492	19492	19492
Costo de producción unitario (Q./kg. hasta vegetal)	345	437	528	613	700	777	866	968	1071	1181	1298	1424	1560	1708	1877
Proyección de ventas anuales	100000	300000	1000000	2000000	3000000	2100000	3300000	2700000	3400000	3400000	2000000	3600000	3600000	3600000	3100000
PRECIO DE VENTA	3.50														
Costo de producción más el 13.0%															

ANEXO 6

TABLA NO.12
FLUJO DE FONDOS EN MILES

AÑO	SALIDAS	ENTRADAS	FLUJO NETO	FLUJO NETO DESCONTADO					
				0	0.100	0.150	0.200	0.250	0.304
0	200000	0	-200000	-200000	-200000	-200000	-200000	-200000	-200000
1	115293.79	130390.26	15096.47	13724.06	13127.36	12580.39	12077.17	11576.16	
2	145938.87	165047.9709	19109.10	15792.65	14449.23	13270.21	12229.83	11236.18	
3	162167.27	199708.0448	37540.78	28204.94	24683.67	21724.99	19220.88	16926.63	
4	171897.3	231661.332	59764.03	40819.63	34170.28	28821.39	24479.35	20663.14	
5	178996.66	264395.0782	85398.41	53025.70	42458.11	34319.71	27983.35	22640.99	
6	180965.63	293742.9318	112777.31	63659.85	48756.74	37768.89	29563.89	22927.48	
7	183499.15	334866.9423	151367.80	77675.61	56904.76	42243.97	31744.13	23597.02	
8	185884.63	339220.2125	153335.58	71532.18	50125.67	35660.95	25725.44	18329.72	
9	187873.6	342849.8688	154976.27	65725.07	44053.93	30035.44	20800.56	14205.85	
10	190128.08	346964.0672	156835.98	60467.06	38767.46	25329.89	16840.14	11023.94	
11	192124.43	350607.1899	158482.76	55547.24	34064.80	21329.88	13613.57	8542.05	
12	194622.05	355165.0834	160543.04	51153.96	30006.64	18005.97	11032.43	6635.30	
13	194622.05	355165.0834	160543.04	46503.60	26092.73	15004.98	8825.95	5088.03	
14	192091.96	350547.9373	158455.98	41726.41	22394.37	12341.59	6968.97	3850.85	
15	182525.78	333090.65	150564.87	36044.03	18503.59	9772.48	5297.53	2805.82	
			1534791	521602	298559	158211	66403	49	