

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Estudio de pre-factibilidad de una línea de
producción de licor de cacao

Trabajo de graduación presentado por Grecia Maitté Córdova Villeda
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Química
Industrial.

Guatemala
2021

Estudio de pre-factibilidad de una línea de
producción de licor de cacao.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Estudio de pre-factibilidad de una línea de
producción de licor de cacao

Trabajo de graduación presentado por Grecia Maitté Córdova Villeda
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Química
Industrial.

Guatemala
2021


Vo. Bo.:

(f) 
Ing. Mardoqueo Velásquez

Tribunal examinador:

(f) 
Ing. Gamaliel Zambrano

(f) 
Ing. Carmen Ortiz

(f) 
Ing. Mardoqueo Velásquez

Fecha de aprobación: Guatemala, 7 de diciembre, 2021

CONTENIDO

CONTENIDO	vii
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
V. METODOLOGÍA	14
VI. RESULTADOS	20
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
VIII. CONCLUSIONES	39
IX. RECOMENDACIONES	40
X. BIBLIOGRAFÍA	41
XI. ANEXOS	44
• ANEXO 1: ESTUDIO DE MERCADO	44
• ANEXO 2: ESTUDIO TÉCNICO	60
• ANEXO 3: ESTUDIO FINANCIERO	77
• ANEXO 4: DATOS ORIGINALES	88
• ANEXO 5: CÁLCULO DE MUESTRA	96
• ANEXO 6: DATOS CALCULADOS	98
• ANEXO 7: ANÁLISIS DE ERROR	100

LISTA DE CUADROS

		Página
1	Principales destinos de exportación de grano de cacao guatemalteco, 2016	9
2	Principales competidores mercado nacional	10
3	Principales exportadores de cacao en grano seco en Guatemala	11
4	Requisitos microbiológicos	13
5	Caracterización del grano por prueba de corte	15
6	Requisitos de calidad del grano	15
7	Sabores presentes en la catación de cacao	17
8	Caracterización del grano de cacao de Suchitepéquez como materia prima	20
9	Evaluación organoléptica del grano, resultados promedio	20
10	Rendimientos por etapa	21
11	Evaluación de producto terminado	21
12	Volúmenes de producción de pasta de cacao necesarios para cubrir la demanda	23
13	Equipos necesarios, capacidades y porcentajes de utilización	24
14	Especificaciones de equipos	26
15	Líneas de flujo	27
16	Instrumentación necesaria	27
17	Evaluación de alternativas de localización de planta	29
18	Inversión en maquinaria y equipo	29

19	Total de inversión en activos fijos, incluyendo la compra del equipo	30
20	Costos de mano de obra directa	30
21	Costo unitario de producción	31
22	Proyección de gastos administrativos	31
23	Estado de resultados, proyección a 5 años	32
24	Estado de flujo de efectivo	33
25	Consumo en TM de cacao a nivel nacional y cantidad disponible para el comercio exterior, en el 2016	33

LISTA DE FIGURAS

		Página
1	Partes del grano de cacao	4
2	Clasificación de la industria chocolatera en Guatemala	9
3	Producción actual de pasta de cacao	12
4	Tiempos de tostado según la temperatura	20
5	Cambio en humedad en el grano, a través del tiempo, a distintas temperaturas de secado	21
6	Producto de preferencia	21
7	Diagrama de operaciones de proceso	22
8	Balance de masa y energía del proceso	23
9	Diagrama de proceso e instrumentación	25
10	Distribución de planta propuesta	28
11	Estructura interna jerárquica propuesta	29
12	Análisis del punto de equilibrio	32
13	Rutas de transformación y comercialización de cacao en Guatemala	34

RESUMEN

Guatemala cuenta con áreas y clima adecuado para el cultivo de cacao fino. Sin embargo, el 96% del cacao cultivado en el país no se comercializa como tal. El mercado de cacao nacional compite por precio. Este trabajo evaluó la comercialización de licor de cacao, también conocido como pasta de cacao, como alternativa, para ser usado como materia prima en una industria más especializada, con el objetivo de mejorar el precio de venta y la rentabilidad del comercio de dicho grano. A partir de este momento, se llamará “pasta de cacao” al licor de cacao. Además de determinar si existe una demanda, se pretende evaluar si su producción resulta técnica y económicamente viable. El fin de este proyecto es que, de ser viable, sirva de herramienta para el desarrollo de la agroindustria en Guatemala.

Inicialmente, se evaluó el mercado nacional e internacional y cómo se comercializa el cacao guatemalteco. Se determinaron posibles rutas de comercialización de la pasta de cacao. Luego de concluir que el mercado guatemalteco no es un escenario en el que se pueda comercializar la pasta de cacao, se determinó que la ruta más viable sería la exportación como materia prima en la industria chocolatera fina europea. Se encontró que existe un superávit de cacao, del cual se desconoce su uso final de 27.93 TM, de las cuales se buscará cubrir el 70% como volumen de producción anual.

Técnicamente, se evaluó el equipo necesario para la producción de pasta de cacao, siendo este de transformación mecánica solamente. El grano se somete a procesos de secado, separación y reducción de tamaño de partícula. Estos equipos son: horno tostador de granos, descascarilladora y molino de discos. Es importante asegurar que más del 80% del grano que se utilizará cuente con la fermentación adecuada y que tenga una humedad menor al 8.5%. La pasta de cacao debe tener un tamaño de partícula menor a 25 μ m y un punto de fusión menor a 36.5°C. Tanto la materia prima y el producto terminado deben ser sometidos a un análisis organoléptico para evaluar las notas de sabor y olor presentes y su grado de intensidad. De las pruebas de planta, se determinó que un tostado medio, con una temperatura de 120-140°C por 13-15.5 minutos, es el tostado que permite potencializar las notas adecuadas de sabor y aroma de mejor forma.

Para finalizar, se realizó una evaluación económica, en donde se determinaron costos directos e indirectos de fabricación. Se hizo una determinación de punto de equilibrio, una proyección de estado de resultados y un estado de flujo de efectivo para los primeros 5 años de operación. Se determinó que el costo unitario de producción, considerando el volumen de producción del estudio de mercado, es de Q 344.63 mientras que el precio de venta propuesto es de Q 500.00, equivalentes a \$64.75 a una tasa de cambio de 7.73 (03/10/2021). Aún cuando el punto de equilibrio se alcanza durante el primer año de producción, el proyecto cuenta con un margen bruto del 10% y un margen neto del 8%, de lo cual se puede concluir que es necesario aumentar el volumen de producción y venta en los siguientes años de operación para poder mejorar la rentabilidad del proyecto. La tasa interna de retorno fue del 20% y el valor presente neto actual fue positivo, demostrando que aún cuando se tiene un margen reducido, el proyecto sigue siendo rentable económicamente. Se recomienda realizar un análisis a nivel factibilidad para poder validar el proyecto a mayor detalle antes de realizar cualquier inversión o ponerlo en marcha.

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, la producción de cacao se da en dos zonas específicas: Alta Verapaz y en la costa sur occidental en los departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos. El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) determinó que, en el 2016, existían 4,410 hectáreas sembradas, siendo el 31% de esta cifra el cacao cultivado en la región de Suchitepéquez. El cacao de Guatemala es reconocido a nivel internacional, como un cacao fino y de calidad. No obstante el 96% de lo cultivado se comercializa en territorio nacional, siendo vendido a precios bajos que no retribuyen el trabajo de los agricultores. Debido a la cantidad de cacao cosechado anualmente, resulta imposible que Guatemala pueda competir por volumen en el mercado internacional. No obstante, las características del cacao guatemalteco permiten que este pueda competir por calidad o valor agregado.

El cacao se utiliza como materia prima para la producción de chocolate o productos derivados. En todos los procesos de producción que involucran al cacao como materia prima, se tiene el licor o pasta de cacao como un producto intermediario. La pasta de cacao resulta del proceso de tostar, descascarillar y moler el grano de cacao; liberando así los aceites y grasas del grano y permitiendo que este tenga una apariencia de pasta o de un líquido viscoso. De la pasta de cacao, se puede obtener manteca de cacao y cacao en polvo. Además, se utiliza la pasta de cacao de forma directa en la fabricación de todos los productos terminados, como chocolates o cubiertas de chocolate.

El desarrollo económico de Guatemala depende en gran parte de su sector agroindustrial. La pasta de cacao podría generar un valor agregado para la venta y comercialización del grano de cacao guatemalteco. Comercializar un producto semiterminado para su utilización como materia prima en los procesos de chocolate, promovería la siembra y cultivo con ciertas especificaciones de calidad, y su crecimiento favorecería la diversificación de cultivos. Esta pasta podría ser comercializada también a nivel internacional, elevando así su precio de venta y beneficiando a toda la cadena de valor del grano, especialmente ayudando a incrementar la fuente de ingresos de los agricultores.

Este trabajo de graduación pretende realizar un estudio de prefactibilidad de una línea de producción de pasta de cacao, como alternativa de valor agregado en Guatemala. Comercializar un producto intermedio derivado del cacao aumentaría su valor de venta. Para esto, se evaluará si existe un mercado nacional o internacional interesado en la comercialización de este. Posteriormente, se analizará la factibilidad técnica de producirlo dentro de Guatemala. Por último, se analizará si existe una ventaja económica al adoptar este proyecto.

II. OBJETIVOS

A. General

Determinar la viabilidad técnica y económica, a nivel de prefactibilidad, de una línea de producción de licor de cacao, a partir de granos provenientes de la región Suchitepéquez.

B. Específicos

1. Caracterizar fisicoquímicamente los granos de cacao, realizando un análisis organoléptico y utilizando equipos de medición de humedad, pH, porcentaje de testa y prueba de corte.
2. Determinar rangos de tiempos y temperaturas de tostado, realizando mediciones del punto de fusión y tamaño de partícula del licor de cacao obtenido y su análisis en un panel sensorial.
3. Proponer un diagrama de proceso de los equipos necesarios, dimensionando capacidades con el fin de replicar las pruebas piloto.
4. Determinar los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto e indicar toda la información básica para evaluar el grado de factibilidad económica.

III. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es un país en donde la agroindustria forma gran parte de su economía. En el país, el sector agroindustrial contribuye el 14% del PIB, además de ser el mayor productor de empleo y generar más del 60% de exportaciones. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo dijo en su informe del 2015 que hay más de 800 millones de personas que viven por menos de \$1 al día. Además, 75% de la población mundial vive en áreas rurales en donde la agricultura es su principal fuente de ingresos. Para poder mejorar la situación de pobreza es importante acelerar el crecimiento económico en estas áreas, donde la agroindustria juega un papel clave. La implementación de nuevos proyectos agroindustriales que permitan una mejora en las condiciones puede resultar clave para los sectores más vulnerables del país.

La distribución del cacao, desde su cultivo hasta el consumidor final, involucra una variedad de consumidores intermediarios. Debido a la variedad de eslabones en la cadena de abastecimiento, la remuneración del agricultor termina siendo muy baja. En Guatemala, el productor siembra y cultiva el cacao y, debido a que su capacidad productiva es baja, este vende su grano a cooperativas que compran granos de diversos productores. Estas se encargan de darle un tratamiento primario para su posterior comercialización. El cacao guatemalteco se vende una vez fermentado y seco. Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), es común que un agricultor venda su cacao a Q3 la libra y este, luego de recibir un tratamiento primario, sea vendido a la industria a Q12 la libra. En otras palabras, el agricultor se queda solamente con un 25% del precio de venta.

En el mercado mundial, desde finales de la década de 1990 el consumo de cacao ha tenido una tasa de crecimiento mayor al crecimiento en producción. La participación del cacao en un mercado internacional se valoró por 107 millones de dólares en el 2018. En el período del 2014-2018, se lanzaron alrededor de 50,713 productos nuevos de categoría premium, es decir elaborados con productos intermediarios de granos finos. La pasta de cacao ha sido el principal producto intermedio para la fabricación de productos premium, en donde 6001 de los productos nuevos fueron elaborados con esta. El cacao que se cultiva en Guatemala, se considera cacao fino de aroma y es altamente demandado para la chocolatería gourmet. En muchas ocasiones, también se utiliza para mezclas con cacao africano, a fin de mejorar su perfil y que este pueda competir en mercados más demandantes. Guatemala no tiene la capacidad de competir por volumen de producción en el mercado internacional; por lo que la creación de productos intermediarios o finales de alta calidad resulta clave para aumentar su comercialización.

IV. MARCO TEÓRICO

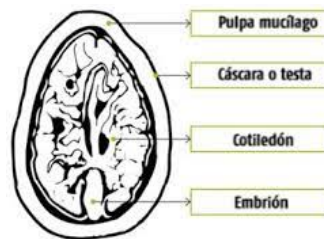
A. Cacao

Se conoce como “cacao” al grano producido del árbol de cacao *Theobroma Cacao*. Esta especie es originaria de la región amazónica. El clima que favorece su crecimiento es cálido y húmedo. Este árbol puede llegar a tener una altura de 20 metros. La popularidad del cacao radica en la importancia para la mayoría de las culturas ancestrales, como los mayas, aztecas y olmecas, en la región de América latina. En el pasado, se utilizaba el cacao como moneda, y también para la elaboración de diversas bebidas con objetivos distintos, tales como curativos (MAGA, 2014).

B. Partes del grano

En la parte interna del grano de cacao hay dos cotiledones y un embrión. Estos están recubiertos por una capa densa y ligosa conocida como “pulpa” o en algunas veces “mucílago”. Además, la pulpa tiene un recubrimiento delgado que se conoce como “cáscara” o “testa”. A continuación, se muestra una figura en donde se señala cada una de las partes antes mencionadas.

Figura 1. Partes del grano de cacao



C. Producción de granos de cacao en Guatemala

En Guatemala, la producción del grano de cacao es propia de ciertas áreas específicas, siendo estas la región sur-occidental y norte, conocida como la Franja Transversal del Norte. Las áreas principales de cultivo son: Alta Verapaz, Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos. En el territorio guatemalteco, existen más de 2,500 hectáreas sembradas de cacao (MAGA, 2014).

En términos generales, los cultivos de cacao tienen un mejor desarrollo en zonas cercanas al ecuador, a menos de 23° del mismo. Este cultivo florece durante todo el año y solamente se cosecha en cierta época del año. Este es sensible a cambios climáticos o a plagas, por lo que es adecuado un programa de fertilización que no comprometa las propiedades del grano. Anualmente, el cacao puede cosecharse dos veces. El proceso de recolección de las “pochas” de cacao se hacen de forma manual, debido a que no se obtiene una maduración uniforme y se debe elegir las pochos a cosechar de forma selectiva según su nivel de maduración (MAGA, 2014).

Una vez cosechadas las mazorcas de cacao, se deben desgranar. El desgranado se debe hacer de 4 a 5 horas después de la cosecha para no afectar el desarrollo de los granos. Estos granos se someten al proceso de fermentación, en donde se eliminan los restos de pulpa adheridos al grano y se inicia el desarrollo del aroma, sabor y color característicos del chocolate. Posterior a este, se

debe de tener un período de secado en donde se reduce el porcentaje de agua del grano y se prepara para que este pueda ser procesado (MAGA, 2016).

D. Granos de calidad

Antes de iniciar cualquier proceso de transformación del grano de cacao, es importante poder evaluar el nivel de calidad que este tiene. La calidad se puede evaluar en función de varios criterios, pero los más importantes y demandados por la industria son: humedad y peso promedio de los granos. A continuación, se detallan algunos de los parámetros más importantes respecto a la calidad del grano y por qué es importante su medición (Aguilar, 2016).

Cuando el grano de cacao termina su proceso de fermentación, su contenido de humedad es de aproximadamente 55%, es decir que por cada gramo de cacao, 0.55 gramos corresponden a gramos de agua. El grano debe someterse a un proceso de secado en donde se reduce el nivel de humedad a un 8.5% en donde se garantiza que no se tendrá el desarrollo de mohos que afecten la calidad del grano. Es importante que el porcentaje de humedad del cacao se encuentre dentro del rango de 8.5% y 6%, ya que de tener una humedad menor al 6% el grano se vuelve quebradizo y puede ser deteriorado con facilidad. Para medir la humedad, se utilizan termo-balanzas o medidores de humedad específicos para granos (Aguilar, 2016).

Además del porcentaje de humedad, el peso promedio del grano es un factor determinante a nivel mercado, debido a que es un indicador directo del rendimiento. En otras palabras, mientras mayor sea el peso promedio del grano, más producto final se podrá obtener de él. Existen dos parámetros importantes que suelen medirse en la industria del cacao: peso de 100 almendras y almendras en 100 gramos. En el primero, se escoge una muestra de 100 granos al azar y se pesan. Luego, se encuentra el cociente de estas y se determina el peso promedio del grano. El número de almendras en 100 gramos es el recíproco de este (Aguilar, 2016).

Una de las pruebas cualitativas más importantes para la evaluación del grano se conoce como "prueba de corte", en donde se pretende evaluar el nivel de fermentación que el grano logró alcanzar. En dicha prueba, se procede a partir de forma longitudinal una muestra representativa de los granos de cacao y se realiza una caracterización de la coloración del cotiledón, en función de una tabla establecida por la norma venezolana COVENIN 44:1995, la cual se detallará en la sección de metodología del presente documento. En general, se busca que más del 70% de los granos presente una fermentación adecuada. En algunas instituciones, el grado de pH de la testa y el cotiledón son utilizados como un indicador de la fermentación. Se busca que el pH esté en un valor ácido como indicador que la fermentación se llevó a cabo de la forma correcta (Aguilar, 2016).

El último parámetro de evaluación de calidad a mencionar es la evaluación organoléptica del grano. En esta, se usa el sentido del gusto y el olfato para conocer los atributos de sabor y aroma y poder evaluar en escala en función de la intensidad de dichas notas. Lo que se busca es precisamente caracterizar los aromas y sabores que fueron realizados durante el proceso de fermentación ya que estos tendrán una importante incidencia en el sabor final del chocolate. Cabe mencionar que esta evaluación solamente puede ser realizada por personal capacitado, especialista en el perfil de un grano de cacao de calidad (Aguilar, 2016).

E. Cadena de valor del cacao

La cadena de valor de la producción de cacao se atribuye a cinco actores principales: viveristas, productores, cooperativas, comercializadoras e industria. Los viveristas son agricultores

que se dedican a la reproducción de plantas de cacao. Estos venden las plantas a los productores, que pueden ser pequeños productores, micro pequeñas y medianas empresas o cooperativas. Los productores venden sus cosechas a cooperativas de granos, quienes reúnen volúmenes más grandes de granos para poder comercializarlos. Estos cultivan y suministran los granos de cacao para la transformación primaria; la cual consiste en fermentación y secado. Este grano se empaqueta y se lleva a las comercializadoras, quienes venden los granos para que estos puedan ser sometidos a una transformación secundaria en donde se convierten en productos terminados derivados del chocolate, los cuales se venden al cliente final. (TUNECA, R.L., 2018)

En Guatemala, el cultivo, beneficiado y venta de grano de cacao se realiza bajo el mismo modelo de negocio. En este modelo las cooperativas dan el acompañamiento a los pequeños productores o agricultores, para asegurar que las “pochas” de cacao cumplan con los requerimientos de calidad establecidos por el mercado. Algunas de las actividades que son realizadas por la cooperativa es asegurar la trazabilidad de las siembras, determinar áreas de mejora, estandarizar procesos, certificar la calidad e inocuidad. Una vez el agricultor cosecha las pochas, se extraen los granos de cacao. El agricultor, posteriormente, vende los granos de cacao producidos a la cooperativa, donde se someterán al proceso de fermentación y secado. Los granos secos se almacenan en bolsas o sacos adecuados para asegurar su tiempo de vida. La cooperativa se encarga de comercializar, vender y distribuir los granos; ya sea de forma nacional o internacional. El cliente potencial de las cooperativas son las empresas productoras de chocolate o pequeños productores (TUNECA, R.L., 2018)

F. Fermentación del grano de cacao

Para poder transformar el grano de cacao en chocolate, es necesario llevar a cabo una secuencia de operaciones: fermentación, secado, tostado, descascarillado, molienda, refinado y temperado. Aún cuando la fermentación es la primera etapa de transformación del grano, esta resulta clave en el desarrollo del sabor característico a chocolate (Cadby, 2021).

La fermentación es un proceso que sucede de forma espontánea, en donde los microorganismos que se encuentran en las plantaciones fermentan la capa exterior del grano, conocida como la pulpa, haciendo crecer en ella bacterias y levaduras. La pulpa del cacao está compuesta por altos niveles de agua, altos niveles de distintos azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) y varios ácidos. Durante el proceso fermentativo, el mucílago y los azúcares se degradan en tres diferentes etapas (Rivas, 2020).

La primera fase de la fermentación se lleva a cabo por levaduras anaeróbicas y puede llegar a durar entre 24 a 36 horas y tiene un pH característico de 4. Esta es anaerobia debido a que la densidad de la pulpa impide el acceso del oxígeno. En la segunda etapa, las bacterias predominantes son las del ácido láctico y sucede entre la hora 48 y 96. Por último, las bacterias del ácido acético reaccionan al tener un aumento en la concentración de oxígeno, produciendo una reacción exotérmica en donde el alcohol se transforma en ácido acético y generando un aroma característico (Cadby, 2021).

Las levaduras forman parte del proceso, al lograr degradar la pulpa que rodea el grano. Esta pulpa es rica en peptina y al ser degradada da paso a la formación de etanol, ácidos orgánicos y compuestos aromáticos volátiles. En otras palabras, la acción de estos microorganismos da lugar a la producción de los compuestos químicos que contribuyen al sabor y aroma del chocolate. La composición del chocolate es tan compleja que se ha llegado a estimar que tiene más de 600 compuestos químicos diferentes (Cadby, 2021).

G. Licor o pasta de cacao

El licor de cacao es un producto semielaborado, producido a partir del grano de cacao fermentado. Se obtiene a partir del proceso de secado, tostado, trillado, molienda y refinado del grano. Este semielaborado se utiliza para la producción y elaboración de productos derivados de chocolate. Algunas de las aplicaciones principales del licor de cacao son: industria del chocolate, industria de lácteos, panadería, belleza, confitería, entre otras (De la Cruz, 2018).

El término “licor de cacao” no hace referencia a una bebida alcohólica como se podría imaginar. Se le ha denominado “licor” debido a que pasó por un proceso fermentativo, como se detalló en la sección anterior. Aún cuando durante la fermentación se tiene la formación de etanol, este alcohol se evapora cuando el grano se somete a tostado, por lo cual el licor de cacao no tiene concentración alguna de alcohol. La fermentación fue importante solamente para poder formar los compuestos que hacen el sabor y olor característicos al chocolate. Debido a esto, recientemente se ha preferido llamar al licor de cacao “pasta de cacao”, nombre que se le atribuye gracias a su consistencia pastosa y granulosa. En este trabajo, los términos pasta y licor de cacao serán utilizados indistintamente.

El licor de cacao tiene características organolépticas específicas. Debe tener una humedad del 7%, grasa del 7%, pH en solución al 10% entre 5-6. Este posee un color marrón característico y una consistencia pastosa. Su olor y sabor son característicos del cacao. Existen varias metodologías para la evaluación de calidad del licor de cacao. La principal herramienta es hacer un análisis sensorial donde se mide la intensidad y calidad de ciertas categorías establecidas, con una escala específica. Mediante una cata del mismo, se ponderan estas categorías, tales como aroma, acidez, amargura, entre otras (De la Cruz, 2018).

H. Estudio de prefactibilidad

Un estudio de prefactibilidad es un análisis que se lleva a cabo para poder determinar si es viable convertir una idea en un proyecto. Este análisis toma en cuenta puntos clave a evaluar alrededor de esta idea, para así poder determinar si realmente vale la pena invertir tiempo y recursos en llevarla a cabo. Una idea que se considera factible, debe ser sometida a un análisis más profundo, mientras que una no factible debe ser descartada (Helmuth y Corvo, 2019).

Primero, debe analizar cuál es el estado actual e identificar si existe un problema que se pueda solucionar o una oportunidad de mejora. A partir de esta necesidad, se debe crear un producto o servicio que debe ser evaluado a nivel mercado, para determinar si existe una oferta y demanda para el mismo. También evalúa la ingeniería que encierra el proyecto, lo cual servirá para determinar los costos necesarios para llevar a cabo la inversión. Por último, se debe realizar un análisis económico que permita determinar la conveniencia de llevar a cabo el proyecto (Thomson, 2009).

La importancia de realizar un estudio de este tipo es poder evaluar el riesgo que implica una idea, mientras se reduce la cantidad de recursos invertidos en las fases iniciales de la misma. Los tres elementos principales que evalúa son: mercado, técnico y financiero. Al finalizar el estudio, las conclusiones del mismo deciden el camino a tomar. Se puede reformular el proyecto, postergarlo, abandonarlo, evaluarlo con más detalle o llevarlo a cabo. Generalmente, cuando una idea es considerada viable en un análisis de prefactibilidad, debe ser evaluada a nivel de factibilidad antes de poder llevarse a cabo (Helmuth y Corvo, 2019).

1. Estudio de mercado

En este estudio se analiza la situación actual del mercado. Se estudia qué productos hay, quiénes los distribuyen, cómo lo distribuyen y dónde lo distribuyen. Se busca poder determinar necesidades actuales o oportunidades de mejora en la industria. Todo esto pretende estudiar la forma en la que se comporta la demanda, si esta sufre alteraciones y cómo poder satisfacerla. A partir de las necesidades u oportunidades, se debe crear un producto que logre suplirlas y entender qué características debe poseer según su consumidor. En función del mercado donde se comercializará, se decide la estrategia: precio, calidad, promoción, etc. Un estudio de mercado concluye si es factible la introducción del producto al mercado y, de ser así, cuánta demanda potencial tendrá (Helmuth y Corvo, 2019).

2. Estudio técnico

En el estudio técnico se definen las características necesarias de materia prima y el producto terminado. Se establecen las operaciones necesarias para poder fabricar un producto o generar un servicio que cumpla con dichas características. En función de dichas operaciones, se definen los equipos, instrumentos, materiales y servicios auxiliares necesarios para el proceso. A partir de esto, se estiman los costos necesarios para la inversión. Se establece qué necesidad de espacio se tiene y también se determina la cantidad de colaboradores que se necesitan para tener el proyecto en funcionamiento (Helmuth y Corvo, 2019).

3. Estudio financiero

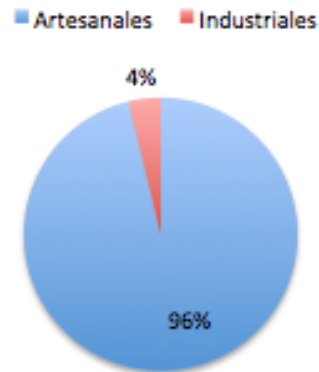
El estudio financiero transforma en números la información recopilada por los dos estudios anteriores. Evalúa el impacto de los ingresos, en función de la demanda del producto, y los egresos, en función de los costos de operación y gastos de administración. Se pone a prueba la rentabilidad del proyecto, mediante el análisis del flujo de caja proyectado en el escenario que se estudia. Los dos indicadores financieros que se utilizan comúnmente son la tasa interna de retorno y el valor neto actual (Helmuth y Corvo, 2019).

I. Mercado actual de cacao

1. Demanda nacional

A nivel nacional, existen dos rutas de comercialización de cacao: comercialización de cacao en baba y cacao en grano fermentado y seco. De estas, la segunda es la principal vía de comercialización. El mercado nacional de cacao se compone principalmente de la industria artesanal, o empresas pequeñas que se dedican a la elaboración de productos derivados del chocolate por medio de procesos enteramente artesanales. También existe un total de 7 medianas y grandes empresas dedicadas a la industria que tienen un volumen de producción más alto. En la siguiente figura se tiene una representación gráfica de la caracterización de la industria de cacao en Guatemala, en función del tamaño de las empresas (MAGA, 2014).

Figura 2. Clasificación de la industria chocolatera en Guatemala



2. Demanda internacional

El cacao guatemalteco es considerado un “grano fino” en el mercado internacional. Debido a esto, la demanda del mismo ha incrementado continuamente a través de los años. En el siguiente cuadro, se muestra un resumen de los principales destinos de exportación del cacao en el 2016.

Cuadro 1. Principales destinos de exportación de grano de cacao guatemalteco, 2016.

País de destino	USD valor	TM
Estados Unidos de América	181,625	32.73
Países Bajos	68,750	12.54
El Salvador	2,063	8.45
Francia	32,000	8.16
Honduras	1,572	1.83
Dinamarca	7,020	1.16
Taiwán	1,223	0.44
Bélgica	1,224	0.28
TOTAL	295,477.00	65.58

Fuente: Estadísticas exportaciones BANGUAT, 2016.

3. Tendencias emergentes del mercado

Como forma de evaluar qué tan atractivo resulta el mercado de productos semielaborados derivados del cacao, se realizó un estudio de las tendencias emergentes de dicho mercado. De este estudio, sobresalieron las siguientes:

- a. Productos saludables: creciente demanda en chocolates oscuros, con menos contenido de azúcar o con edulcorantes sustitutos. La elaboración de estos productos requiere un mayor porcentaje de pasta de cacao.
- b. Enfoque en sustentabilidad social y ambiental: demanda de productos “orgánicos”, más interés en la cadena de valor.
- c. Enfoque “bean-to-bar”: propio del sector artesanal, establecimiento de relaciones a largo plazo con las cooperativas, con el fin de asegurar la calidad.
- d. Calidad y diferenciación: interés por una chocolatería especializada, materia prima de mejor calidad
- e. Enfoque económico: reducción de costos

El licor o pasta de cacao se ve favorecido por las tendencias que fueron encontradas, ya que una mayor proporción de pasta de cacao en la formulación de un producto implica mayor calidad y mayor grado de pureza. Aún cuando la pasta de cacao no es un producto que se base en un precio bajo, representa productos más saludables, fomenta la sostenibilidad social y ambiental, puede incluirse en el enfoque de “bean-to-bar” y es un factor clave en la calidad y diferenciación del producto terminado.

4. Oferta nacional

En Guatemala, los principales oferentes de granos de cacao son los centros de acopio o cooperativas, debido a que estos se encargan de recopilar volúmenes pequeños de granos y así poder proveer una cantidad demandada industrialmente. En el siguiente cuadro, se muestran los principales oferentes del país y el volumen de grano acopiado de forma anual en promedio.

Cuadro 2. Principales competidores mercado nacional

Organización	Ubicación	Volumen acopiado Tm
ADIOESMAC	Aldea Tzalamtum, Santa María Cahabón, Alta Verapaz	40
APRODERK	Aldea Chivité Santa Rosa, Santa María Cahabón, Alta Verapaz	5.45
ADAC	Aldea Saquija, Santa María Cahabón, Alta Verapaz	13.60
FEDECOVERA	Cobán, Alta Verapaz	360
FDV	Santa María Cahabón, Alta Verapaz	45
ACESEVMAQ	Aldea Pinares, Santa María Cahabón, Alta Verapaz	60

Fuente: MINECO, 2015

En Guatemala, solamente se exporta el 4% del grano producido. Debido a esto, son menos las empresas que se dedican a la exportación del grano. En el siguiente cuadro se muestra un resumen de la actividad económica de dichas empresas.

Cuadro 3. Principales exportadores de cacao en grano seco en Guatemala

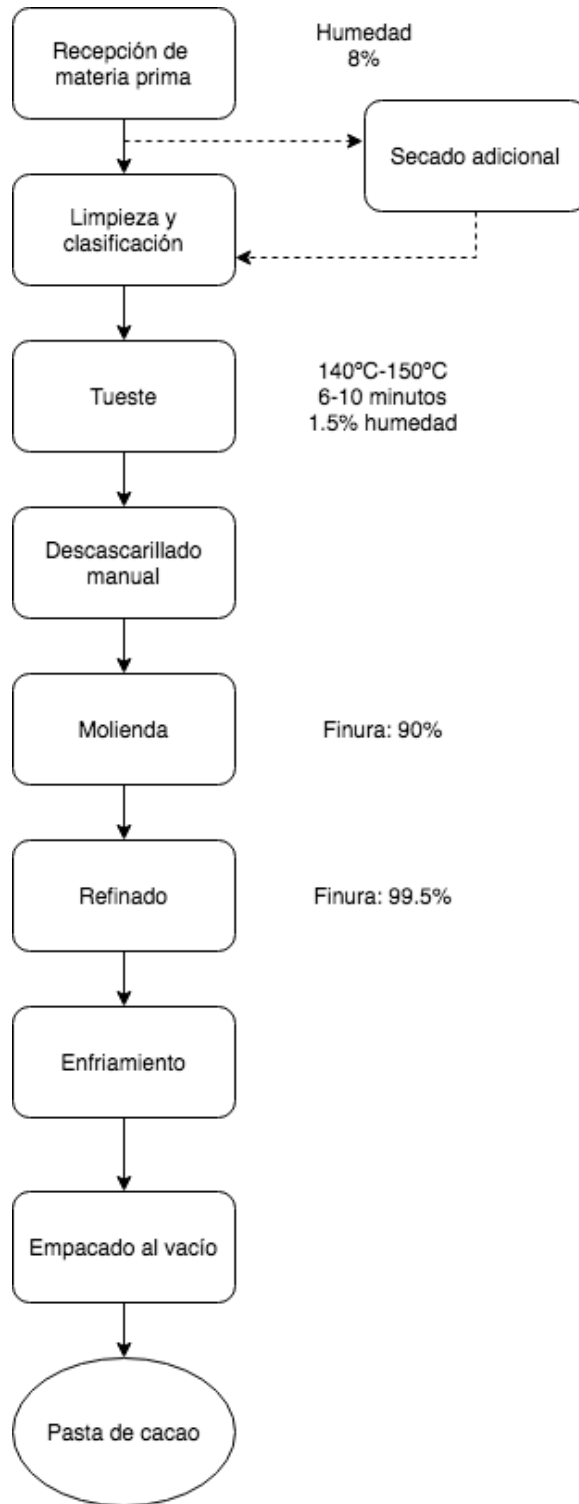
Exportador	Ubicación geográfica	Precio de compra al productor (por quintal)	Destino de comercialización
FUNDALACHUÁ	Eco región Lachuá	Q1,000.00 - Q1,500.00 según calidad	Mercado mayorista y extranjero
Cacao Vepez, S.A.	Cobán, Alta Verapaz	Q1,500.00 - Q2,100.00 según la calidad	Exportación
INUP, S.A.	Santa María, Cahabón, Alta Verapaz	Q660.00	Mercados Fronterizos
Intermediarios particulares	Alrededor del territorio guatemalteco	Q800.00	Mercados fronterizos y regionales

Fuente: MINECO, 2015

J. Proceso actual de producción de pasta de cacao

La materia prima necesaria para el proceso es el grano de cacao fermentado y seco. Se evalúa el grado de fermentación del grano, usando una prueba de corte, y el grado de secado del mismo, usando el porcentaje de humedad (rango de 6-8.5%). El grano entra a un proceso de tostado, generalmente realizado en temperaturas de 140°C a 150°C, en donde se evaporan los alcoholes, agua y resto de compuestos volátiles el el grano y se acentúan las notas de sabor y olor en el mismo, que fueron generadas en el proceso de fermentación. Se busca que el porcentaje de humedad final del grano, luego de ser tostado, sea de 1.5%. Una vez tostado el grano, se debe retirar la cáscara del grano. Este procedimiento usualmente se hace de forma manual, pero también puede ser realizado con ayuda de un descascarillador, en donde la separación se hace por densidad utilizando un flujo de aire. Una vez retirada la cáscara, el grano se conoce como “nib de cacao”. Los nibs deben pasar un proceso de reducción de tamaño en un molino y en algunas ocasiones se incluye también un proceso de refinado para disminuir aún más el tamaño de partícula. Finalmente, se realiza el proceso de empaclado utilizando la tecnología al vacío. A continuación, se muestra un diagrama de operaciones que ilustra el proceso actual, anteriormente descrito.

Figura 3. Producción actual de pasta de cacao



Fuente: Guerrero, 2006

K. Norma internacional para el licor de cacao

1. Codex Alimentarius

El Codex Alimentarius es la compilación de las normas, códigos de comportamiento, directrices y recomendaciones de la Comisión del Codex Alimentarius. Esta comisión es el mayor organismo internacional en materia de normas de alimentación, subsidiada por la Organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2009)

El Código Alimentarius se creó con el fin de proteger al consumidor, garantizando el comportamiento correcto del mercado internacional de alimentos y poder dar uniformidad a los esfuerzos mundiales por regular dicho mercado. Para poder comercializar un producto a nivel internacional, es importante cumplir con las normas del Codex Alimentarius específico para el tipo de producto (FAO, 2009).

2. Norma para el cacao en pasta (licor de cacao): CODEX STAN 141-1983

Esta norma se aplica al cacao en pasta o licor de cacao para el uso en la fabricación de productos de cacao y chocolate. Esta norma permite que estos productos puedan ser vendidos directamente al consumidor final. Dentro de la norma del Codex Alimentarius, existen cuatro factores que deben ser cuantificados antes de poder comercializar el producto a nivel internacional.

- a. Concentración de cáscara y germen: la concentración en porcentaje masa/masa debe ser menor al 5% para poder controlar el nivel de amargor en el producto final. El método de ensayo indicado para poder cuantificar la cáscara de cacao es el AOAC 968.10 y 970.23
- b. Concentración de manteca de cacao: debe estar entre 47-60%, a ser medida con el método AOAC 963.15 o IOCCC 14.
- c. Concentración de plomo: debe estar por debajo de 1mg/kg para asegurar que la concentración de este metal pesado no sea dañino para el consumidor
- d. Requisitos microbiológicos:

Cuadro 4. Requisitos microbiológicos

Microorganismos	c	n	m	M	Métodos de análisis
Aerobios mesófilos	5	2	1.0 x10 ³	1.0 x 10 ⁴	BAM /AOAC
Mohos y levaduras	5	2	50ufc/g	100ufc/g	BAM Cap. 18 / AOAC
E. coli	5	0	Ausente o <3(NMP)		BAM Cap. 4 / AOAC
Salmonella	5	0	Ausente en 25 g		BAM Cap. 5/ ISO 6579-1

Donde:
n número de unidades de muestras que deben analizarse.
m Valor del parámetro microbiológico por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud.
M Valor del parámetro por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud
c Número máximo de unidades de muestras que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre m y M para que el alimento sea aceptable o Número máximo de unidades permitidas entre m y M
UFC unidades formadoras de colonias.

V. METODOLOGÍA

La metodología para determinar la prefactibilidad de una línea de producción de licor de cacao, consistió de los siguientes pasos.

A. Estudio de mercado

En el estudio de mercado, se investigó acerca de la cadena de valor del grano de cacao y sus formas de comercialización. Se inició estudiando la demanda nacional e internacional que existe. También se profundizó en las tendencias del mercado del chocolate y hacia dónde está migrando. Una vez analizada la demanda, se estudió la oferta para poder determinar cómo se ofrece el grano de cacao guatemalteco nacional e internacionalmente. Una vez recopilada toda la información, se elaboró un mapa de las distintas rutas de comercialización del cacao actual y se escogieron dos posibles rutas alternativas con las que se podría trabajar. Estas se sometieron a un análisis FODA en donde se escogió cuál es la mejor ruta de comercialización. Por último, se aterrizó en un valor de demanda con el que se trabajaría y, en función de este, se escogió el volumen de producción que tendría la línea de producción.

B. Estudio técnico

Para la realización del estudio técnico, se dispuso de tres lotes distintos de diferentes agricultores de cacao de la región de Suchitepéquez para poder validar así de mejor manera la caracterización del grano. Se inició el estudio evaluando los parámetros de calidad que debe cumplir el grano de cacao para ser utilizado en el proceso de producción. También, se estudiaron los parámetros de calidad que se buscan en la pasta de cacao, para poder determinar factores críticos de control en el proceso. Una vez establecidos dichos parámetros, se evaluó la calidad del grano que se utilizará para las pruebas, proveniente de la región de Suchitepéquez. La caracterización se realizó de la siguiente forma.

1. Caracterización de la materia prima: granos de cacao de Suchitepéquez

- a. Determinación de peso de 100 almendras: prueba que se realiza en la industria del cacao como indicador del tamaño del grano. Para poder realizar la medición, se toma una muestra de 100 granos aleatorios de cada lote y se procede a pesar en una balanza analítica. El procedimiento se repite tres veces para poder aumentar la precisión de la medida.
- b. Realización de prueba de corte, en donde se evalúa el porcentaje de fermentación del grano, cualitativamente, analizando la coloración del cotiledón. Para esto, se utilizaron los criterios de observación del Cuadro 1. Para realizar esta prueba, se escoge una muestra de 10 granos al azar de cada lote y se procede a utilizar una navaja para realizar un corte transversal en cada grano, para así poder describir cualitativamente la coloración del cotiledón, utilizando los criterios del Cuadro 1. Esta prueba se debe repetir tres veces para cada lote.

Cuadro 5. Caracterización del grano por prueba de corte

Clasificación	Característica
Bien fermentado	-Coloración marrón o marrón oscuro -Apariencia hinchada, no compacto -Estrías profundas, grietas o cavidades -Testa o cascarilla suelta
Ligeramente violeta	-Coloración marrón violeta indicativo de fermentación parcial
Violeta	-No fermentado. -Totalmente violeta. -No hinchados, compactos. -Fuerte sabor amargo y sensación de astringencia. -Ausencia de aroma.
Sobre fermentado	-Coloración marrón oscuro. -Sabor indeseable. -Defecto serio.
Mohoso	-Moho visible (diversos colores). -Sabor indeseable. -Germinación, daño mecánico o por insectos, almacenado con alta humedad o secado deficiente.
Pizarroso	-Ningún efecto de fermentación. -Color gris. -Compacto, sin grietas. -Defecto serio.
Daño por insectos y roedores	-Perforaciones o picaduras.

Fuente: Sánchez, 2007

Cuadro 6. Requisitos de calidad del Grano

Requisitos	Unidad	ASSPS*	ASSS*	ASS*	ASNS*	ASN*	ASES*	ASE*
Peso de 100 almendras	g	135-140	130-135	120-115	120-125	110-115	120-125	105-110
Buena fermentación	%	75	65	60	50	42	35	20
Mediana fermentación	%	10	10	5	10	10	15	15
Total fermentación	%	85	75	65	60	52	50	35
Violeta máximo	%	10	15	20	25	25	30	25
Pizarra	%	5	9	12	13	18	18	30
Defectos	%	0	1	3	1	5	2	10

Los porcentajes indicados son aproximados

*ASSPS=Arriba Superior Summer Plantación Selecta

*ASSS=Arriba Superior Summer Selecta

- *ASS= Arriba Superior Selecto
- *ASNS= Arriba Selección Navidad Selecto
- *ASN= Arriba Selección Navidad
- *ASES= Arriba Superior Época Selecta
- *ASE= Arriba Superior Época

Fuente: Sánchez, 2007

- c. Determinación de almendras en 100 gramos: similar a la primera prueba descrita en esta caracterización, útil como indicador del tamaño del grano. En una balanza analítica se van agregando granos al azar de cada lote y se van cuantificando hasta llegar a los 100 gramos. La prueba se repitió tres veces para cada lote.
- d. Determinación del porcentaje, en masa, de la testa, al separar el cotiledón: este es el factor de más interés en la industria que demanda granos de cacao, debido a que es un indicador del porcentaje de utilización promedio que se tiene del grano. Mientras menor sea el porcentaje de testa de una muestra, mayor será la utilidad que se obtendrá de la misma. Para determinar el indicador, se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Testa} = \frac{\text{Peso Testa 10 almendras}}{\text{Peso 10 almendras}} \times 100$$

- e. Determinación de pH de la testa y el cotiledón: este es un indicador del nivel de fermentación, un pH ácido refleja la formación de alcoholes en el proceso fermentativo y es un indicador del desarrollo adecuado de la misma. Para medir el pH de la testa, esta se licúa en agua destilada por 2 minutos y se procede a hacer la lectura con un potenciómetro calibrado. Lo mismo se realiza con el cotiledón. La prueba se repitió tres veces para cada lote.
- f. Determinación de porcentaje de humedad: indicador del nivel de secado del grano, importante para el almacenaje del grano y el proceso de tostado. El grano debe tener una humedad menor al 8.5% para asegurar que no existe presencia de aflatoxinas y que no será propenso para el humedecimiento en el almacenaje. La humedad también debe ser mayor a 6%, porque de ser menor el grano será muy quebradizo y se tendrá una pérdida considerable de materia prima útil. Esta prueba se puede realizar utilizando un medidor de humedad para granos o una balanza de humedad. En este caso, se utilizó un medidor especializado para granos y la prueba se realizó tres veces para cada lote.
- g. Realización de análisis organoléptico: este análisis fue realizado por profesionales con el fin de caracterizar el perfil de olores y sabores presentes en el grano. Para la prueba, se proporcionó el siguiente cuadro para los evaluadores y se les pidió que utilizaran la escala proporcionada para clasificar el sabor y olor que percibían en los granos.

- 0 = Ausente
- 1 a 2 = Intensidad baja
- 3 a 5 = Intensidad media
- 6 a 8 = Intensidad alta
- 9 a 10 = Intensidad muy alta o fuerte

Cuadro 7. Sabores presentes en la catación de cacao

Sabores básicos	
Acidez	Sabor ácido persistente; percibido a los lados y en el centro de la lengua
Amargo	Sabor fuerte y amargo, se detecta en la parte posterior de la lengua y garganta
Astringencia	Sensación fuerte de sequedad en la boca, se detecta en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes
Dulce	Sabor agradable, se percibe en la punta de la lengua, parecido al agua azucarada

Sabores específicos	
Cacao	Sabor típico a chocolate
Floral	Sabor agradable, similar al olor de las flores
Frutal	Sabor a fruta madura, muy agradable
Nuez	Sabor a almendra o nuez

Fuente: Cooperativa Agroindustrial Tocache Ltda, 2018

2. Realización de pruebas en planta piloto

Luego de la caracterización de la materia prima, se analizó el proceso actual de producción de pasta de cacao para poder determinar las operaciones unitarias necesarias. Se realizaron pruebas en planta piloto para evaluar tiempos y temperaturas de tostado, mientras se obtenía información acerca del rendimiento de cada etapa del proceso. Las pruebas en planta piloto se realizaron en base a la siguiente metodología:

- a. Preparación de muestra, donde se pesó la cantidad adecuada para cada lote y se verificó la humedad inicial del grano, para asegurarse que estuviese por debajo del 8.5%.
- b. Tostado: tres lotes de 10.1 kg se utilizaron para las pruebas. El primer lote fue sometido a un tostado a 130°C, el segundo a 130°C y el último a 150°C. Cada lote se sometió a un tostado de 10 minutos antes de retirar la primera muestra, en donde se analizaría la humedad. Se retiraron tres muestras antes de alcanzar el grado de tueste final. A partir de una evaluación cualitativa de la apariencia del grano, se determinó cuándo se alcanzó el grado de tostado deseado y se retiró para ser enfriado. Los pesos iniciales, finales y de las muestras fueron anotados para el posterior análisis y balance de masa.
- c. Cada lote fue introducido a la descascarilladora, donde se separó la testa del nib de cacao. Los pesos de la testa y el nib fueron anotados para el posterior análisis y balance de masa.
- d. Los nibs fueron molidos, utilizando un molino de bolas disponible en la planta. La molienda se repitió al menos tres veces, hasta poder alcanzar la consistencia deseada de la pasta de cacao.
- e. Una vez obtenida la pasta de cacao de cada lote, se sometió a pruebas fisicoquímicas. Se determinó el punto de fusión de la pasta y el tamaño de partícula de la misma.
- f. Las tres muestras de pasta de cacao fueron evaluadas por un panel sensorial, utilizando el cuadro de sabores y aromas de cacao, evidenciada en el Cuadro 3 de

este documento. Además, se les pidió que escogieran su muestra de preferencia y que razonaran su respuesta.

3. Propuesta de línea de producción

Utilizando la demanda determinada en el estudio de mercado y la información recopilada de las pruebas de planta, se procedió a hacer una propuesta de la maquinaria, instrumentos y servicios necesarios para poder llevar a cabo el volumen de producción estimado. En función de esta propuesta y los rendimientos de la prueba, se elaboró un diagrama de flujo donde se incluyó el balance de masa y energía. Asimismo, se evaluaron los recursos disponibles para saber cuántos colaboradores se requerirían para llevar a cabo el proceso. También se evaluó la posible localización de la línea de producción, los requerimientos espaciales, la distribución espacial de la planta y el diagrama de proceso e instrumentación correspondiente.

C. Estudio financiero

Para evaluar el aspecto económico del proyecto, se utilizó la demanda determinada en el estudio de mercado para estimar los ingresos mensuales de la línea de producción. Se cotizaron distintas alternativas de los equipos propuestos en el estudio técnico, para luego escoger la alternativa más conveniente. Con base en estos costos, se calculó la inversión inicial en maquinaria. Para poder incluir los costos de instalación, tuberías y adecuación de espacio, se utilizó el método de factores de conversión de equipo entregado a inversión inicial propuesto por Perry, et al. en la sección 5. Se utilizó el promedio de los factores propuestos para las plantas de procesamiento de sólidos, en terreno virgen asumiendo construcción de 0. Estos dos montos se utilizaron como la inversión inicial del proyecto, la cual se realizaría en el año 0.

Para calcular los costos de operación, se calcularon las cantidades de materia prima y material de empaque necesarias para la fabricación de la pasta de cacao. A esto, se le sumaron los costos de mano de obra al analizar el total a pagar por los operarios de producción. También se tomó en cuenta el consumo energético de los equipos elegidos y las horas de operación al mes. Utilizando la tarifa energética, se determinó el costo por energía eléctrica de los mismos. Estos costos se sumaron y la suma se dividió por la cantidad de bolsas de pasta de cacao producidas al mes, para poder obtener así el costo unitario.

En cuanto a los gastos de administración, se incluyeron todas las salidas de efectivo que no estuvieran relacionadas de forma directa con el producto final. Esto incluyó los salarios de los colaboradores que no trabajan directamente en línea de producción, costos de alquiler, mantenimiento de activos, servicios auxiliares, material de oficina, entre otros.

Una vez recopilada toda esta información, se elaboró un estado de resultados del escenario base, donde se tomó en cuenta tanto las ganancias, como costos de producción, gastos administrativos, impuestos y depreciación. El análisis se realizó de forma anual, por un período de 5 años ya que se busca que el proyecto tenga un período de retorno corto. De este estado de resultados se elaboró un estado de flujo de efectivo para los 5 años, en donde se pudo calcular la tasa interna de retorno y el valor neto actual, según los cuales se concluyó si el proyecto era viable económicamente, a nivel de prefactibilidad.

VI. RESULTADOS

A. Estudio técnico

1. Caracterización de la materia prima

Cuadro 8. Caracterización del grano de cacao de Suchitepéquez como materia prima

Peso de 100 almendras ($\pm 0.005g$)	Almendras en 100 gramos	% de testa	pH de testa (± 0.01)	pH cotiledón (± 0.01)	Bien fermentados en prueba de corte	% de humedad ($\pm 0.1\%$)
120.090	74	11.50	4.18	3.75	>80%	7.2

2. Resultados de las pruebas en planta

Cuadro 9. Evaluación organoléptica del grano, resultados promedio

<i>Sabores básicos</i>	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Acidez	5	5	4
Amargo	7	7	10
Dulce	2	2	1
<i>Sabores específicos</i>	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Cacao	8	9	10
Floral	0	0	1
Frutal	1	1	1
Nuez	3	3	2

Escala	Criterio
0	= Ausente
1 a 2	= Intensidad baja
3 a 5	= Intensidad media
6 a 8	= Intensidad alta
9 a 10	= Intensidad muy alta o fuerte

Figura 4. Tiempos de tostado según la temperatura

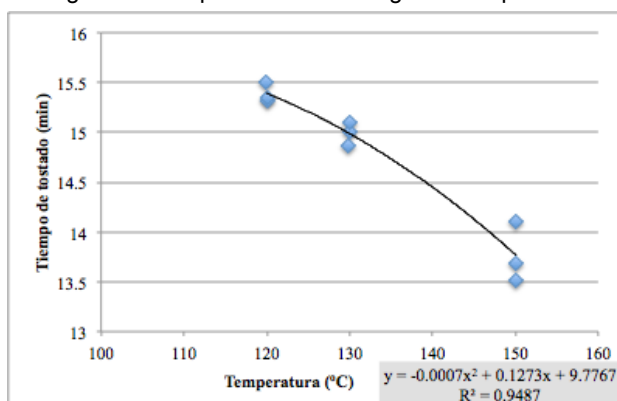
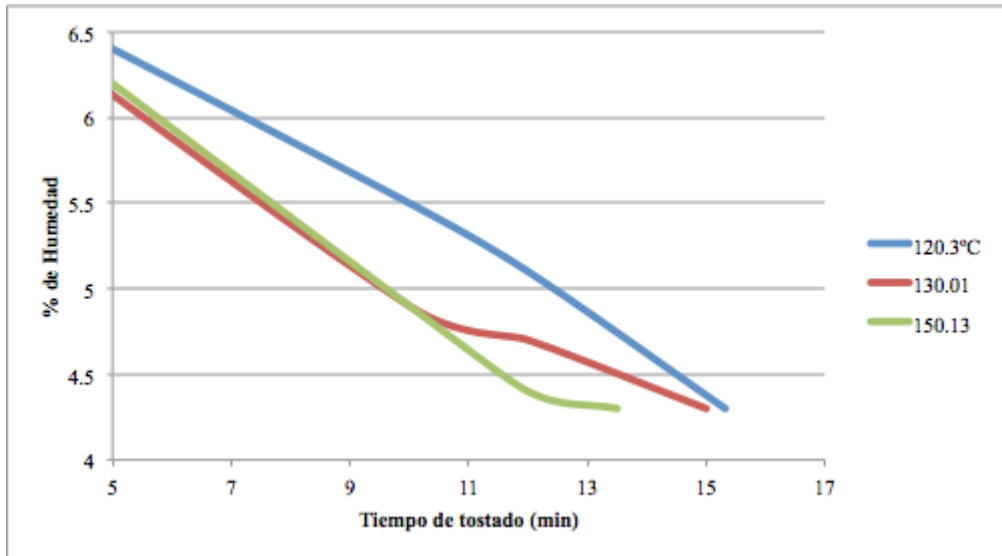


Figura 5. Cambio en humedad en el grano, a través del tiempo, a distintas temperaturas de secado



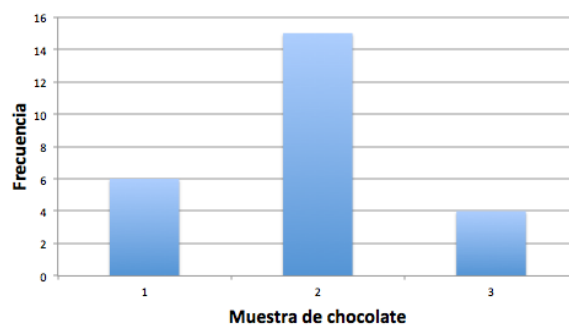
Cuadro 10. Rendimientos por etapa

Lote	Peso (± 0.05 kg)	Tostado (± 0.05 kg)	Descascarillado (± 0.05 kg)	Molienda (± 0.05 kg)
1	10.10	0.91	2.81	0.19
2	10.11	1.07	2.81	0.08
3	10.12	1.08	2.77	0.13
Rendimiento promedio (%)		89.89	68.80	97.89

Cuadro 11. Evaluación de producto terminado

Lote No.	Tamaño de partícula ($\pm 0.05 \mu m$)	Punto de fusión ($\pm 0.01^\circ C$)
1	23	35.30
2	23	35.23
3	22	34.02

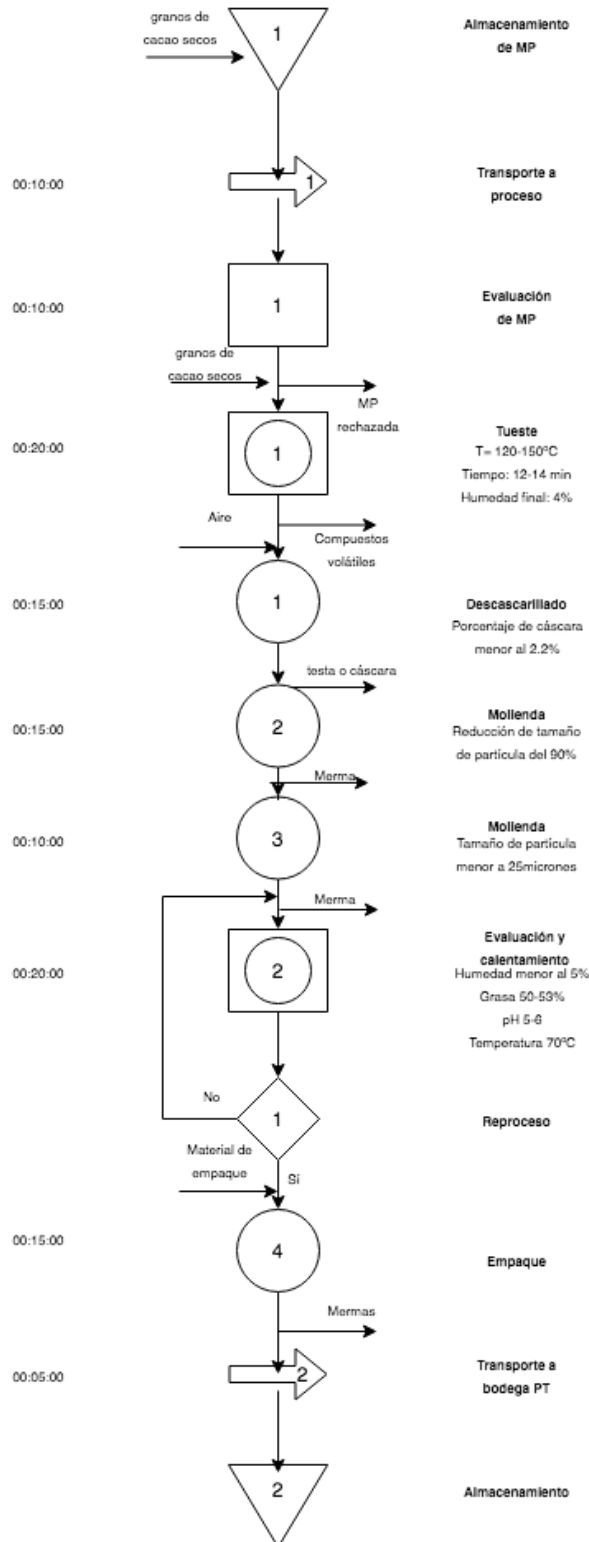
Figura 6. Producto de preferencia



3. Proceso de producción propuesto

Figura 7. Diagrama de Operaciones de Proceso
Proceso de elaboración de pasta de cacao

Método propuesto
Elaboración propia: Julio, 2021
Desde el almacenaje de MP hasta el almacenaje del PT

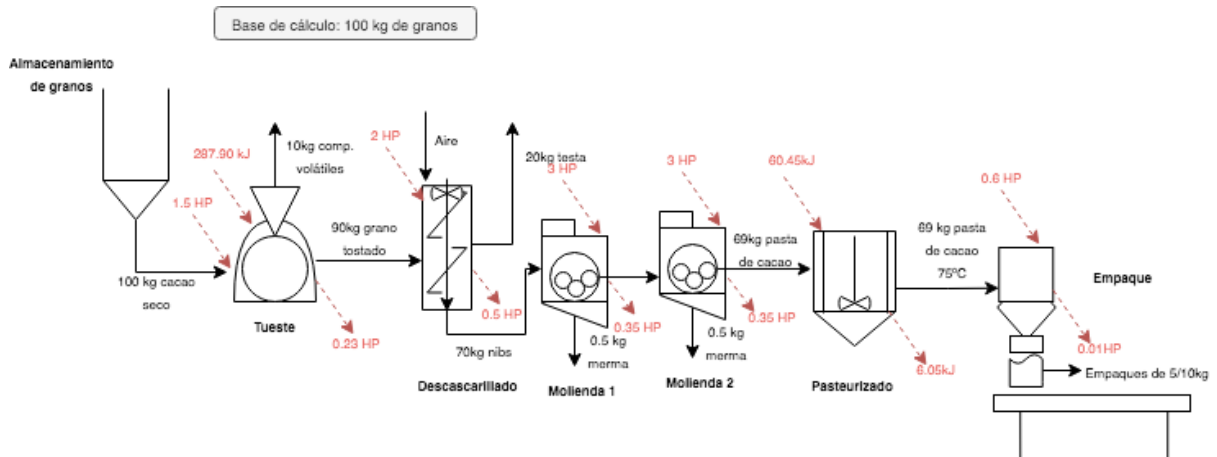


	Cantidad	Tiempo
Operaciones	4	00:55:00
Inspecciones	1	00:10:00
Decisiones	1	00:05:00
Transportes	2	00:15:00
Operación + Inspección	2	00:40:00
TOTAL	10	01:45:00

Fuente: Elaboración propia

4. Dimensionamiento de equipos

Figura 8. Balance de masa y energía del proceso



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12. Volúmenes de producción de pasta de cacao necesarios para cubrir la demanda

Producción anual	27,93	TM
Producción mensual	2,3275	TM
Producción semanal	0,54	TM
Producción diaria	0,11	TM
	107,42	kg
Producción por jornada	53,71	kg
Producción por lote	17,90	kg

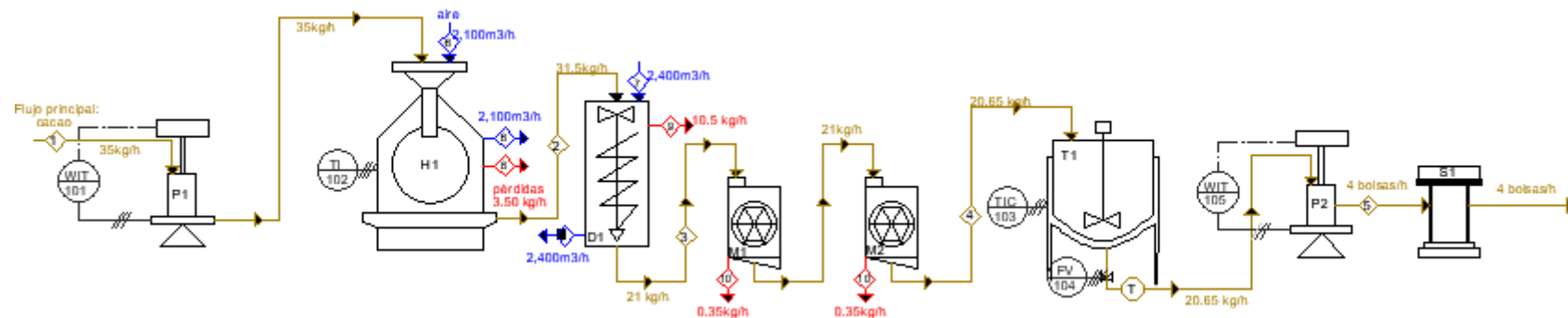
Grano de cacao	35,00	kg
Pérdidas en tostado (10%)	3,50	kg
Pérdidas en descascarillado (30%)	10,50	kg
Pérdidas molienda (1%)	0,35	kg
Pasta de cacao	20,65	kg

Pasta de cacao 1 lote	20,65	kg
Bolsas de 5 kg/lote	4	Bolsas
Bolsas de 5kg/día	24	Bolsas

Cuadro 13. Equipos necesarios, capacidades y porcentajes de utilización

Equipo	Producto	Capacidad disponible	Capacidad utilizada	Porcentaje de utilización
Horno tostador	Granos de cacao tostados	50 kg/batch	35 kg/batch	70%
Descascarilladora	Nibs Subproducto: testa	45 kg/h	35 kg/h	77%
Molino de discos	Pasta de cacao	25 kg/h	21 kg/hora	84%
Marmita	Pasta de cacao pasteurizada	20 galones	5.6 galones	29%
Sellador de termostato avanzado	Bolsas selladas de pasta de cacao	50 bolsas/h	5 bolsas/h	10%

Figura 9. Diagrama de proceso e instrumentación



Nota: las especificaciones del diagrama se encuentran en la siguiente página

Cuadro 14. *Especificaciones de equipos*

Etiqueta	Nombre	Especificaciones
P1	Báscula de plataforma	División mínima: 20g
P2		Pesada mínima: 0.4kg Medidas de plataforma: 30x40cm Batería recargable: 150h Capacidad máxima: 100 kg
H1	Horno tostador	Capacidad: 50kg Dimensiones: 2117 x 1001 x 1711 mm Consumo energético: 400 V. trifásico - 50 Hz. Consumo eléctrico: 35 Kw - 64 A
D1	Descascarilladora	Capacidad: 45 kg/h Tasa de descascarillado: 98.5% Potencia: 3kW Dimensiones: 1570 x 670 x 1530 mm Material: Acero inoxidable 304 Motoreductor: 2HP Ventilador: 0.75 HP
M1	Molino de discos	Potencia: 5HP
M2		Productividad: 50 kg/h Motor trifásico Dimensiones: 520 x 290 x 450 mm
T1	Tanque de pasteurizado	Agitador. 3RPM Capacidad: 40 galones Voltaje: 220 Suministro trifásico Temperatura máxima: 150°C
S1	Selladora de termostato avanzado	Largo de la banda: 600 mm Máximo ancho de bolsa recomendado: 585mm Ancho del sello: 10mm Dimensiones de la plataforma: 270mm x 830mm Capacidad máxima de la banda: 50 kg Voltaje: 220 Dimensiones: 940 x 686 x 1422 mm

Cuadro 15. Líneas de flujo
Base de cálculo: 1 lote de producción

No.	Material	Flujo másico
1	Cacao en grano	35 kg/h
2		31.5 kg/h
3	Cacao en nibs	21 kg/h
4	Cacao en pasta	20.65 kg/h
5	Cacao en pasta, empacado en bolsas de 5kg	4 bolsas/h
6	Aire	35 m ³ /min
7		40 m ³ /min
8	Pérdidas por compuestos volátiles	3.50 kg/h
9	Pérdidas por testa	10.50 kg/h
10	Pérdidas por merma en la molienda	0.35 kg/h

Cuadro 16. Instrumentación necesaria

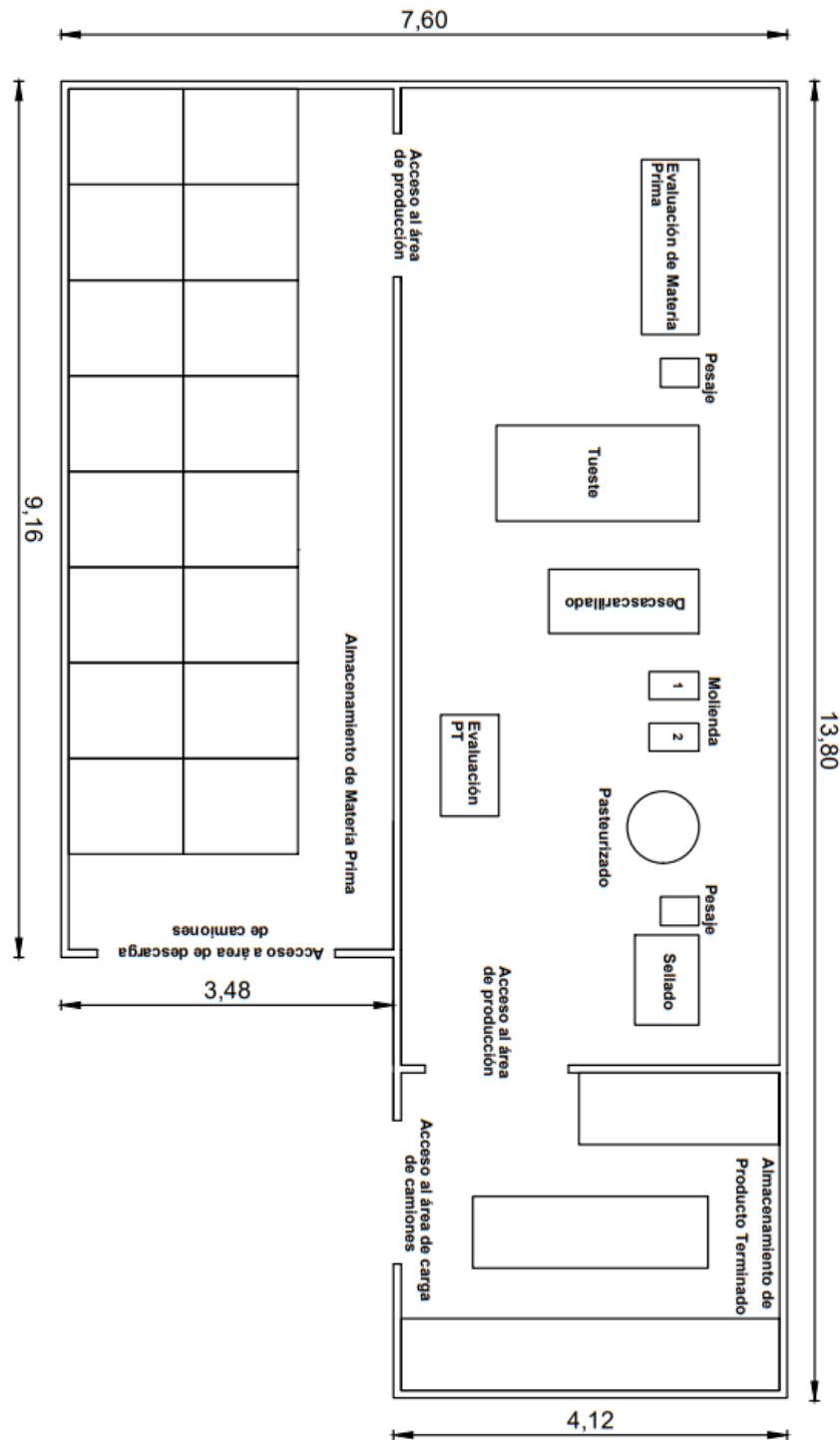
Etiqueta	Descripción	Función	Rango de operación
WIT-101	Lazo de control incluido en la báscula de plataforma.	Medir, transmitir e indicar el peso en la pantalla digital.	40 g - 60 kg
WIT-111			
TIC-102	Lazo de control de temperatura.	Medir, indicar y controlar la temperatura del tostado/ pasteurizado.	100-160°C
TIC-112			0-100°C
FV-104	Válvula de flujo.	Regular, permitir y bloquear la descarga de pasta de cacao pasteurizada.	0%-100%

Al evaluar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de cada escenario (consultar apéndice 1), se determinó que la mejor alternativa sería tomar la ruta de exportación. Algunas de las ventajas más atractivas son: el precio de compra del producto, el déficit de oferta de grano de calidad, la facilidad de transportar y almacenar, la diferenciación por calidad y la competencia reducida. Debido a esto, se utilizará el escenario de exportación de la pasta de cacao para evaluar la factibilidad de la línea de producción propuesta.

5. Estudio financiero

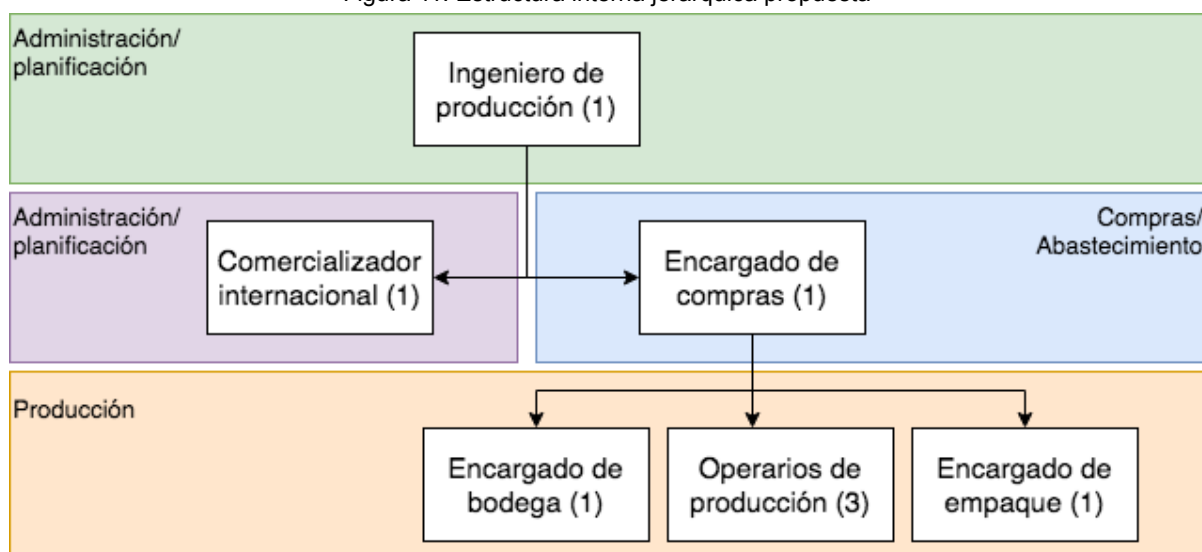
1. Determinación de recursos necesarios

Figura 10. Distribución de planta propuesta



*Nota: todas las dimensiones están dadas en metros
Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Estructura interna jerárquica propuesta



Para más detalles en la descripción de cada puesto, consultar el apéndice 2 Estudio Técnico.

Cuadro 17. Evaluación de alternativas de localización de planta

Parámetro y ponderación	Obtención MP	Acceso a puerto	Accesibilidad	Disponibilidad MO	Costo m ²	Costos energéticos	Total
	9	8	6	7	5	4	
Guatemala	8	8	6	10	2	8	284
El Progreso	7	9	7	7	8	5	286
Chimaltenango	9	7	7	10	7	6	308

Cuadro 18. Inversión en maquinaria y equipo

Equipo	Costo Unitario (Q)	Cantidad	Costo total (Q)
Horno tostador, 35 kg	Q20,330	1	Q20,330
Medidor de humedad de granos	Q3,029	1	Q3,029
Medidor de tamaño de partícula	Q1,200	1	Q1,200
Báscula de plataforma	Q1,025	2	Q2,050
Descascarilladora	Q13,602	1	Q13,620
Molino de discos	Q5,300	2	Q10,600
Marmita	Q13,640	1	Q13,640
Sensor y lazo de control de temperatura	Q1,190	1	Q1,190
Selladora de pie	Q3,500	1	Q3,500
Mesa de trabajo o porta equipo	Q1,605	3	Q4,815
		Total	Q72,774

Cuadro 19. Total de inversión en activos fijos, incluyendo la compra del equipo

Equipo entregado	1	Q 72,774.00
Instalación	0.21	Q 15,282.54
Tuberías	0.15	Q 10,916.10
Instalación eléctrica	0.19	Q 13,827.06
Instrumentación	0.075	Q 5,458.05
Edificio y servicios	0.19	Q 13,827.06
Excavación	0.105	Q 7,641.27
Auxiliares	0.22	Q 16,010.28
Total planta física	2.14	Q 155,736.36
Gastos de campo	0.11	Q 8,005.14
Costos directos de la planta	2.25	Q 163,741.50
Horarios, gastos indirectos contratista	0.315	Q 22,923.81
contingencias	0.26	Q 18,921.24
Inversión total en capital fijo	2.825	Q 205,586.55

Cuadro 20. Costos de mano de obra directa

Rubro	Monto
Salario base	Q2,581.77
Bonificación incentivo	Q250.00
Bono 14	Q215.06
Aguinaldo	Q215.06
Indemnización	Q250.95
Vacaciones	Q107.66
IGSS	Q275.47
IRTRA	Q25.82
INTECAP	Q25.82
Sueldo mensual total	Q3,947.61
Costos de MOD Mensuales	Q19,738.05

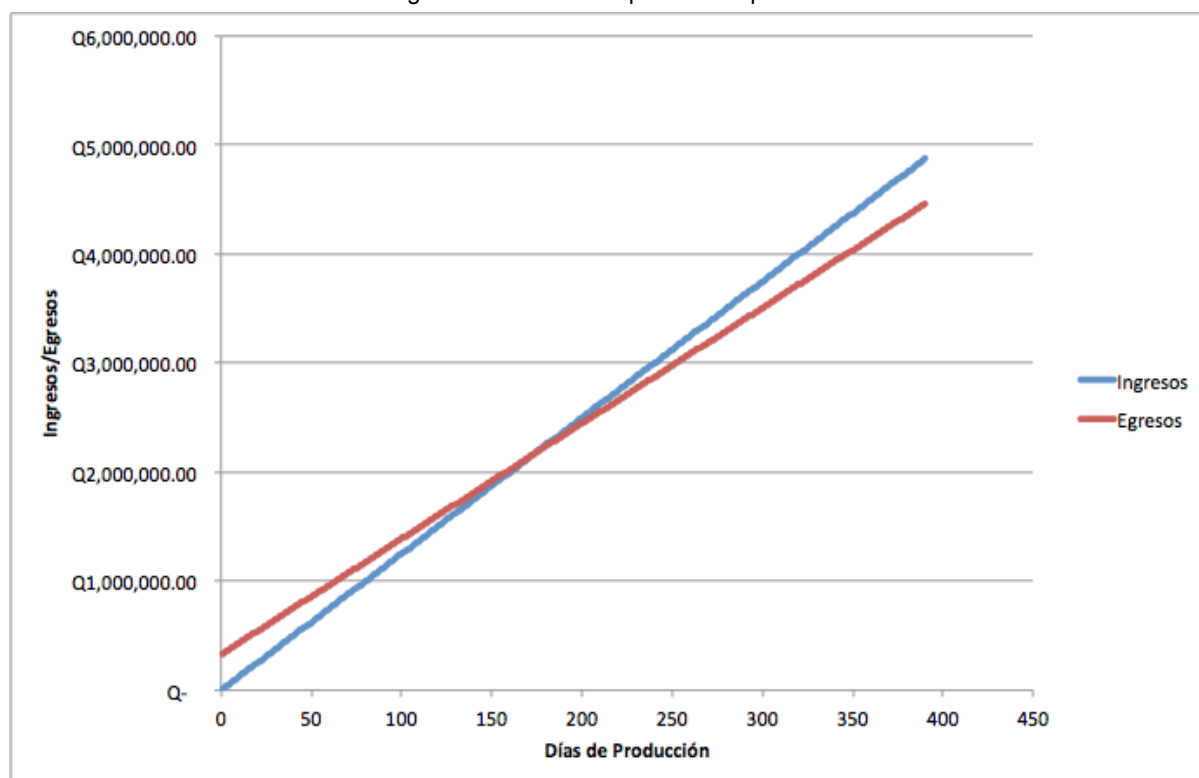
Cuadro 21. Costo unitario de producción

Rubro	Costo mensual (Q)	Costo por unidad (Q)
<i>Costos variables</i>		
Salarios	Q19,738.05	Q39.79
Materiales	Q170,933.00	Q344.63
Costo por energía eléctrica	Q607.26	Q1.22
Costos indirectos de fabricación	Q932.92	Q1.88
Costo de producción unitario		Q387.52
<i>Costos fijos</i>		
Depreciación		Q3,424.78
Fletes a puerto		Q3,000.00

Cuadro 22. Proyección de gastos administrativos

Rubro	Costo mensual (Q)	Costo anual (Q)
Viajes	---	Q15,000.00
Alquiler de terreno	Q4,000.00	Q48,000.00
Mantenimiento de página de internet	Q500.00	Q12,000.00
Servicio contable	Q500.00	Q6,000.00
Servicio de luz para oficina	Q200.00	Q2,400.00
Agua	Q50.00	Q600.00
Internet y línea fija	Q320.00	Q3,840.00
Material de oficina	Q100.00	Q1,200.00
Totales	Q5,670.00	Q89,040.00

Figura 12. Análisis del punto de equilibrio



Cuadro 23. Estado de resultados, proyección a 5 años

	Año	0	1	2	3	4	5
Precio de venta unitario		Q500.00	Q500.00	Q520.00	Q540.80	Q562.43	Q584.93
Bolsas vendidas		5952	5952	5952	5952	5952	5952
Costo unitario	Q	344.63					
Inflación		4%					
Ingresos Totales			Q2,976,000.00	Q3,095,040.00	Q3,218,841.60	Q3,347,595.26	Q3,481,499.07
Materia prima	Q	170,933.00	Q2,051,196.00	Q2,133,243.84	Q2,218,573.59	Q2,307,316.54	Q2,399,609.20
Mano de obra directa	Q	19,738.05	Q 236,856.60	Q 246,330.86	Q 256,184.10	Q 266,431.46	Q 277,088.72
Costos por energía eléctrica	Q	607.26	Q 7,287.12	Q 7,578.60	Q 7,881.75	Q 8,197.02	Q 8,524.90
Costos indirectos de fabricación	Q	932.92	Q 11,195.04	Q 11,642.84	Q 12,108.56	Q 12,592.90	Q 13,096.61
Depreciación del equipo			Q41,117.31	Q41,117.31	Q41,117.31	Q41,117.31	Q41,117.31
Costo por viaje			Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00
Gastos por transporte	Q		Q 36,000.00	Q 36,000.00	Q 36,000.00	Q 36,000.00	Q 36,000.00
Gastos fijos			Q325,718	Q325,718	Q325,718	Q325,718	Q325,718
Costos totales			Q2,724,369.67	Q2,816,631.06	Q2,912,582.91	Q3,012,372.83	Q3,116,154.34
Utilidad antes de impuestos			Q251,630.33	Q278,408.94	Q306,258.69	Q335,222.44	Q365,344.73
ISR	25%		Q0.00	Q69,602.23	Q76,564.67	Q83,805.61	Q91,336.18
Utilidad neta			Q251,630.33	Q208,806.70	Q229,694.02	Q251,416.83	Q274,008.55
Inversión inicial	Q	205,586.55					
Activo neto	Q		Q 164,469.24	Q 164,469.24	Q 164,469.24	Q 164,469.24	Q 164,469.24
Margen bruto			8%	9%	10%	10%	10%
Ingresos brutos			Q2,976,000.00	Q3,095,040.00	Q3,218,841.60	Q3,347,595.26	Q3,481,499.07
Relación ingresos/activos			0.055265202	0.053139617	0.051095786	0.049130563	0.047240926
ISO a pagar			Q 411.17	Q 411.17	Q 411.17	Q 411.17	Q 411.17
IVA débito	12% +		Q357,120.00	Q371,404.80	Q386,260.99	Q401,711.43	Q417,779.89
IVA crédito	12% -		Q 247,017.97	Q 256,898.69	Q 267,174.64	Q 277,861.63	Q 288,976.09
IVA a pagar			Q110,102.03	Q114,506.11	Q119,086.35	Q123,849.80	Q128,803.80

Cuadro 24. Estado de flujo de efectivo

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión inicial	-Q 205,586.55					
Ingresos totales		Q2,976,000.00	Q3,095,040.00	Q3,218,841.60	Q3,347,595.26	Q3,481,499.07
Egresos reales		-Q 2,683,252.36	-Q 2,775,513.75	-Q2,871,465.60	-Q2,971,255.52	-Q3,075,037.03
Impuestos		-Q173,420.78	-Q184,519.51	-Q196,062.20	-Q208,066.59	-Q220,551.15
FNE	-Q 205,586.55	Q 119,326.86	Q 135,006.73	Q 151,313.81	Q 168,273.16	Q 185,910.89
Tiempo de recuperación		-Q 86,259.69	Q 254,333.59	Q 286,320.54	Q 319,586.97	Q 354,184.05
TMAR	12%					
VNA	Q 328,715.48					
TIR	20%					

6. Estudio de mercado

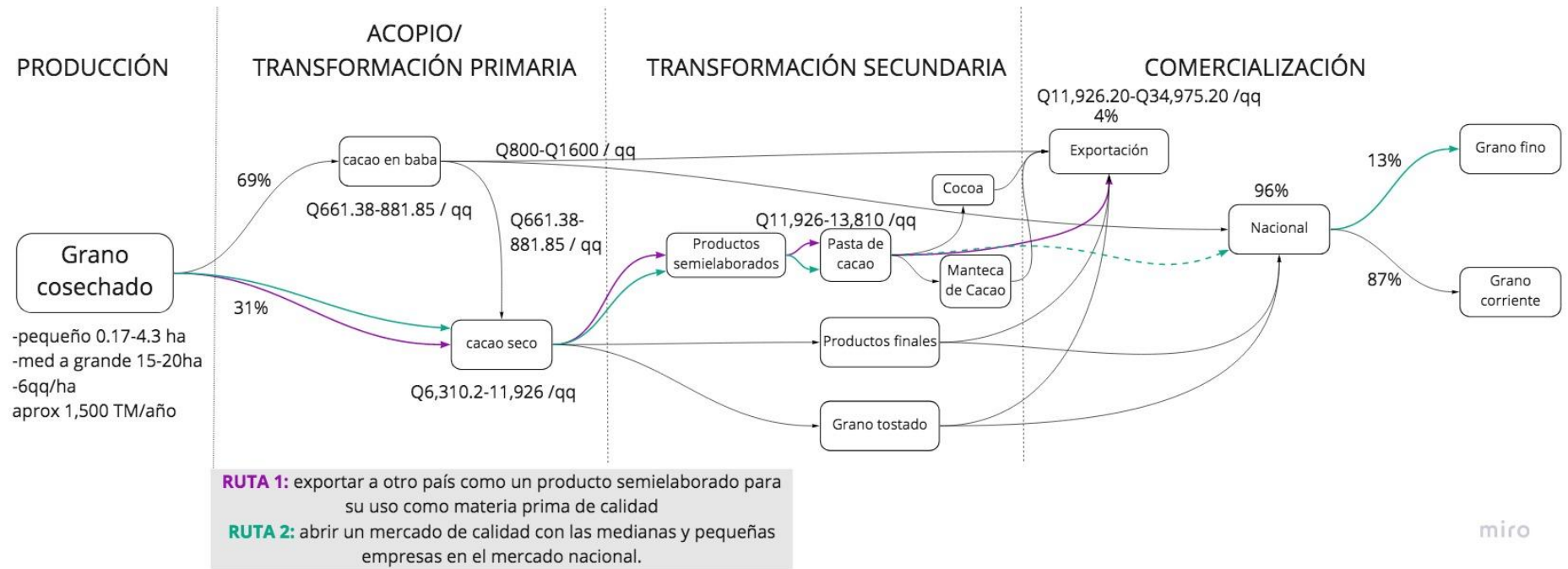
a. Aporte extra: determinación de demanda y mejor ruta de comercialización

Cuadro 25. Consumo en TM de cacao a nivel nacional y cantidad disponible para el comercio exterior, en el 2016

Descripción	TM
Producción nacional	1,201.82
Importaciones	1,301.9
Consumo interno	2,303.72
Exportación	64.58
Consumo en otros productos	95.51
Cantidad disponible para procesar	39.90

Fuente: MAGA, 2016.

Figura 13: Rutas de transformación y comercialización de cacao en Guatemala



VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En Guatemala, existen dos perfiles de clientes para el grano de cacao seco: pequeñas y medianas empresas que elaboran productos de chocolate de forma artesanal y grandes empresas que los elaboran de forma industrial. Tanto las empresas artesanales como las empresas industriales en Guatemala compran el grano de cacao como materia prima. Todas estas realizan el proceso de transformación secundario dentro de sus instalaciones. Debido a que la calidad del grano no es un factor determinante en el mercado nacional, las empresas artesanales realizan el proceso de tostado y molienda con equipos no especializados, tales como hornos de convección y molinos de maíz para procesar el cacao. Actualmente, ninguna de las empresas nacionales utiliza la pasta de cacao como materia prima principal en su proceso de producción.

El cacao guatemalteco es un producto de alta calidad que no se comercializa como tal. El 96% del cacao se comercializa de forma nacional, en donde la calidad no es un factor determinante en el mercado. Nacionalmente, se compete por precio. Existe un mercado internacional emergente que demanda, de forma creciente, cacao fino para la elaboración de productos más especializados. En el mercado europeo, se tiene una demanda de cacao de dos tipos: cacao africano (de baja calidad) y cacao de calidad (producido en América). La posibilidad de comercializar el cacao internacionalmente representa una oportunidad de crecimiento económico para unos de los sectores más vulnerables del país. No obstante, es necesario alcanzar un nivel técnico adecuado que cumpla con los estándares del mercado especializado.

La demanda mundial del cacao ha tenido un crecimiento constante acumulativo del 3% anual en los últimos 100 años, según la Fundación Mundial del Cacao. El mercado europeo consume el 50% de la demanda mundial de cacao. Se considera que el mercado europeo tiene el mayor crecimiento relacionado a la comercialización del cacao. En este existen dos segmentos de mercado totalmente diferenciados: cacao africano y cacao centroamericano. El cacao africano se utiliza para la elaboración de productos comerciales de menor valor y calidad. Mientras que el cacao centroamericano va dirigido a un grupo más específico que disfruta de un chocolate más fino.

La pasta de cacao es un producto semielaborado que se utiliza en la formulación de todos los productos derivados del chocolate. Normalmente, se compra grano de cacao como materia prima para los procesos de elaboración de chocolate, sin embargo migrar hacia una materia prima de pasta de cacao traería múltiples beneficios. Además de eliminar el tratamiento secundario dentro de la planta, los productores invertirían menos recursos en reprocesos por una humedad elevada o bajos niveles de fermentación del grano. Adicionalmente, el transporte y almacenamiento de la pasta de cacao resulta más conveniente, debido a que el empaque facilita el manejo y elimina el riesgo de humedad en el transporte. El tiempo de vida de la pasta de cacao se prolonga hasta un año después de su empaque. Por último, el adquirir pasta de cacao como materia prima permite que las empresas amplíen su capacidad de producción reduciendo la inversión en equipos de procesamiento de granos.

En Guatemala, existe un superávit de grano de cacao de 39.90 toneladas métricas anuales, del cual no se reporta ningún uso específico. Este puede ser procesado como pasta de cacao y comercializado a nivel internacional para la producción de chocolatería fina. Uno de los problemas más grandes de la cadena de suministros del cacao proviene del cultivo mismo, en donde no se tiene una trazabilidad del origen del grano y de las prácticas de agricultura que se tomaron para cultivarlo. Por esto, es importante reducir la cantidad de proveedores o centros de acopio, para lograr

establecer relaciones comerciales a largo plazo, en donde se permita establecer las características que se requieren del grano de cacao, a cambio de una remuneración más alta que la del mercado nacional. Considerando los volúmenes de acopio de los centros guatemaltecos, se decidió que se trabajaría con el 70% del sobrenadante, asegurando así que este volumen pueda ser conseguido por un número reducido de centros de acopio. La producción anual sería, entonces, 27.93 toneladas métricas.

El proceso de producción de la pasta de cacao es de carácter mecánico, en donde se llevan a cabo procesos de secado, separación y reducción de partículas. Se busca que el nivel de humedad inicial del grano esté por debajo del 8.5% y que más del 80% de los granos posea una buena fermentación. Es importante que la humedad se encuentre por debajo de dichos rangos para asegurar que no existan aflatoxinas presentes, ya que estas resultan cancerígenas y al tostar granos que las tengan presentes, también se contaminan futuros lotes que sean procesados en dicho equipo. Tener un buen grado de fermentación permite potencializar olores y notas de sabor en el grano; de igual forma, el tener un grano mal fermentado aumenta el nivel de amargura en el producto final, debido a que el porcentaje de testa que se queda adherido al nib aumenta.

De las pruebas de planta, se determinó que el grano de cacao de Suchitepéquez con el que se trabajaría cumple con los requerimientos de una materia prima de calidad. El peso de 100 almendras está dentro del rango para poder clasificar el grano como selecto. El porcentaje de testa está por debajo del 15%, teniendo un porcentaje de masa útil de alrededor del 88%. Además, se determinó que el nivel de fermentación es el adecuado en los granos, teniendo en cuenta que el pH de la testa y el cotiledón se encontró en el rango de 3-5 y que más del 80% de los granos tuvieron un resultado positivo en la prueba de corte. Otro de los parámetros determinantes fue el % de humedad, ya que al estar por debajo del 8.5%, se sabe que el proceso de secado se llevó a cabo de forma adecuada y que cuenta con los niveles de humedad necesarios para poder ser tostado y evitar la presencia de aflatoxinas. Adicionalmente, se determinó que el rango de temperaturas que debe usarse para el proceso de tostado es de 120-140°C, por un tiempo de tostado de 13-15.5 minutos. Se determinó que utilizar temperaturas de tostado más bajas, por un tiempo más prolongado, permite un mejor desarrollo de las notas dulces y aromáticas en la pasta de cacao, mientras que usar temperaturas más altas hace que se agudicen las notas de amargura en el mismo, aspecto que es regulado para asegurar un sabor agradable del producto terminado. Cabe mencionar que el tiempo de tostado que se le da a un lote puede modificarse, dependiendo de las características del mismo y se debe decidir en qué momento es ideal detener el tueste, en base a la apariencia del grano tostado y el aroma que se percibe del mismo.

Las tres muestras tuvieron resultados positivos en las pruebas de punto de fusión y tamaño de partícula. Las temperaturas de punto de fusión aseguran que los productos elaborados con esta pasta de cacao se derretirán en el paladar del consumidor. Además, el tamaño de partícula, siendo menor a 29 μm indica que el consumidor no percibirá grumos en el producto. Para poder determinar qué muestra tendría una mejor aceptación por los clientes, se elaboraron chocolates al 70% (30% azúcar y 70% pasta de cacao) para que estos pudieran ser evaluados por consumidores potenciales. Se demostró que los evaluadores prefirieron la muestra 2, con el tueste medio, debido a que permitió que tuviera una mejor potencialización de sabores. El tueste alto tuvo como resultado el potencializar las notas de amargura que no son deseadas en un chocolate. Se corroboró que la temperatura de tostado del grano debe ser de 120-140°C y su tiempo debe ser de 13-15.5 minutos.

La línea de producción propuesta es enteramente una transformación mecánica del grano de cacao. El grano ya evaluado se somete a un proceso de tostado, como se especificó anteriormente, y una vez tostado se debe retirar la testa, o cascarilla, del nib. Se propuso sustituir el proceso de

separación manual por un descascarillador que realiza la separación de forma automática, por medio de diferencia de densidades y utilizando aire como fluido de transporte. Esta modificación permitirá reducir el tiempo de esta etapa en un 80% y mejorar la eficiencia de separación, reduciendo la amargura en la pasta de cacao debida a testa residual en el nib. También se propuso someter el nib a una molienda dividida en dos etapas, con molinos de discos en serie para lograr una reducción de partícula de un tamaño inicial de 30mm hasta un tamaño final de $29\mu m$, tamaño que asegura que el comensal no perciba granulosidad en el paladar. Por último, se decidió que en lugar de utilizar el empaque al vacío como método de conservación, este sería sustituido por una pasteurización rápida y empaque en caliente. Este método permite la reducción de costos, al solamente estar compuesto por una marmita que permita que la pasta alcance la temperatura de pasteurización ($70^{\circ}C$ por 9 minutos) y una selladora que permite empacar la pasta de cacao caliente en bolsas especializadas para la conservación, en donde la temperatura asegura el sello y prolonga el tiempo de vida de los alimentos. Además, esta última modificación reduce el tiempo de empaque y permite su fácil almacenamiento en anaquel, su transporte y exportación.

De las pruebas que se realizaron en planta, todas las muestras producidas tuvieron un tamaño de partícula menor a $29\mu m$, por lo cual se asegura que los grumos no serán percibidos por el paladar del consumidor. También todas las muestras tuvieron un punto de fusión menor a $36.5^{\circ}C$, por lo que se sabe que este se derretirá a la temperatura corporal del consumidor, característica clave para los productos de chocolate. Esto valida que los equipos seleccionados para el proceso son los adecuados para la elaboración de una pasta de cacao de calidad. Como era de esperarse, los evaluadores prefirieron las muestras correspondientes a un tueste medio, dado a que en estas se potencializan más las notas dulces y los niveles de amargura presentes eran aceptables para su gusto.

Para el dimensionamiento de los equipos, se utilizó como base de cálculo la demanda anual proyectada en el estudio de mercado, 23.92 TM así como también los rendimientos que se obtuvieron de las pruebas en planta piloto. Para poder cubrir dicha demanda, la producción diaria debe ser de 107.42 kg de pasta de cacao. Se hizo consideración del balance de masa, donde el 10% se pierde en el proceso de tostado, el 30% en el descascarillado y el 1% en la molienda, para saber qué capacidad de procesamiento debía tener cada equipo. Además, se tuvo en consideración un 20% de volumen de diseño adicional que permita el aumento de la producción en los próximos años de operación, de manera que los porcentajes de utilización de todos los equipos estuvieron por debajo del 84% de su capacidad. En función de los recursos disponibles, pueden producirse 6 lotes diarios, por lo que cada lote debe producir 20.65 kg de pasta de cacao, equivalentes a 4 bolsas de 5 kg de producto terminado.

El requerimiento espacial de la planta fue calculado en función de las necesidades principales de la misma: bodega de almacenamiento, línea de producción y bodega de producto terminado. La bodega de materia prima debe considerar el espacio suficiente para almacenar el grano de cacao necesario para 15 días de producción, y un inventario adicional de 15 días para reducir el riesgo de desabastecimiento del proceso. En la bodega de producto terminado, se calculó el espacio requerido considerando que las bolsas de 5kg serían almacenadas en cajas de cartón como empaque secundario, donde cada caja almacena 5 bolsas. Esta forma de almacenamiento, permite hacer uso de estanterías que permiten un mejor aprovechamiento del espacio. Para la línea de producción, se tuvo en consideración las dimensiones de los equipos escogidos y el espacio adecuado para la alimentación y descarga de cada equipo, considerando que el flujo de producción se da por lotes. Tomando estos aspectos en consideración, se elaboró un esquema de planta tipo "layout" que permitió determinar que se tiene un requerimiento de espacio aproximado de 100 m^2 . Chimaltenango fue el departamento escogido para la localización de la planta, puesto que al ser evaluado en factores como accesibilidad, mano de obra y obtención de materia prima, resultó ser más atractivo que Guatemala o El Progreso.

Se determinó que el costo unitario de producción, considerando el volumen de producción del estudio de mercado, es de Q 344.63 mientras que el precio de venta propuesto es de Q 500.00. Del análisis financiero, se determinó que el proyecto tendría un margen bruto del 10% con un punto de equilibrio que se logra alcanzar en el primer año de operación. No obstante, los costos de operación hacen que el punto de equilibrio no sea un buen indicador de rentabilidad del mismo. Tomando en consideración los flujos netos proyectados para los primeros 5 años de operación, se tiene un margen neto del 6% aproximadamente. Aún cuando los márgenes son bajos, se determinó que la rentabilidad del proyecto tiene una tasa interna de retorno del 20% y un valor neto actual de Q328,715.48. Tanto la tasa interna de retorno, como el valor presente neto actual indican que el proyecto es una alternativa económicamente viable. Por otra parte, es necesario considerar que el análisis económico y las proyecciones a 5 años se realizaron en un escenario base, donde no se tomaron en cuenta cambios significativos en aspectos como el costo de materia prima, volumen de ventas o precio de venta final. Se recomienda incluir el análisis de sensibilidad en un estudio de factibilidad posterior, en donde se evalúe si aumentar la producción y venta de pasta de cacao haría de este proyecto una alternativa más atractiva económicamente.

El estudio de prefactibilidad cumple con la finalidad de demostrar que aún cuando en el mercado nacional no es factible la comercialización de la pasta de cacao, sí existe un mercado potencial para la venta de la pasta de cacao en el mercado exterior. El poder migrar de una comercialización de granos de cacao a la venta de un producto semielaborado, en el cual se aumente el valor agregado del cacao guatemalteco, sería un avance en la cadena agroindustrial, beneficiando el desarrollo de las familias productoras. Incentivar negocios de este tipo mejoraría los controles de calidad en el proceso de cultivo y cosecha del grano. No obstante, para poder migrar de un mercado nacional a un mercado internacional, es importante poder aumentar el nivel de tecnificación en el proceso productivo. Es decir, es necesario poder caracterizar el producto final según los estándares demandados por el cliente objetivo. Debido a esto, la ingeniería debe aportar en el proceso para poder cumplir con los requisitos del Codex Alimentarius y poder caracterizar el licor de cacao producido en función de: porcentaje de cáscara, concentración de manteca de cacao, concentración de plomo y un análisis microbiológico. El nivel de tecnificación y caracterización de producto terminado es lo que diferencia un producto destinado a un mercado especializado y uno destinado al comercio artesanal. El factor con más incertidumbre es poder entrar al mercado internacional, esto es lo que podría tener el impacto más negativo en los indicadores económicos. Debido a esto, es importante poder evaluar el proyecto a nivel de factibilidad antes de llevarlo a cabo.

VIII. CONCLUSIONES

1. Para poder determinar si el grano de cacao puede ser considerado como "fino", los criterios indispensables para su análisis son: porcentaje de humedad (menor al 8.5%) y grado de fermentación (<80%). El grano de chicacao cumplió con dichos criterios.
2. El tueste medio fue el preferido por el consumidor, por lo que se recomienda realizar el proceso de tostado en temperaturas medias de 120-140°C, por un rango de tiempo de 13-15.5 minutos.
3. Se propuso sustituir el proceso de descascarillado manual por una descascarilladora para reducir el tiempo de esta operación y aumentar el grado de separación de la misma. Además, se propuso reemplazar el empaque al vacío por un empaque en caliente en bolsas multicapa especializadas para alimentos, permitiendo la operación a temperaturas más bajas y la prolongación del tiempo de vida en almacenamiento hasta un año. Los equipos necesarios y sus capacidades fueron propuestos en función de los resultados obtenidos de las pruebas en la planta piloto.
4. Para poder llevar a cabo el proyecto, es necesario invertir Q 205,586.55 de forma inicial y, según los flujos de caja proyectados, se obtendría una tasa interna de retorno del 20% y un valor neto actual positivo, al evaluar el proyecto a 5 años. La inversión es recuperada antes de que acabe el período de evaluación. Después del análisis económico, se ve que es viable económicamente establecer y operar una línea de producción de pasta de cacao, bajo las condiciones establecidas en este trabajo.

IX. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda analizar el proyecto según cambios en las condiciones de operación. En este estudio se puede evaluar también la implementación de un servicio de maquila, para ser usado con el mercado nacional, como forma de diversificar las ganancias y monetizar la capacidad excedente de los equipos. También puede evaluarse el impacto del proyecto en un aumento de área de cultivo de cacao en Guatemala, dando como resultado volúmenes más altos de granos producidos anualmente.
2. Realizar un análisis de sensibilidad que evalúe cómo afectaría el desempeño económico una fluctuación en los precios de la materia prima, siendo el grano de cacao un commodity que está sujeto a variaciones altas. Esto se debe a que el precio del grano es el mayor aporte al costo de producción.
3. Evaluar distintas tecnologías que permitan la tecnificación del proceso y caracterización especializada del producto terminado, para poder aumentar el valor agregado en un mercado internacional y empresas de renombre.
4. Evaluar el aumento del tiempo de vida de la pasta de cacao al migrar a un empaque en caliente utilizando bolsas multicapa.

X. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, H. (2016). *Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao*. Fundación Hondureña de la Investigación Agrícola. Cortés, Honduras. 29 páginas.

Cadby, J. (2021). Perfect Daily Grind. *¿Qué sucede durante la fermentación del cacao?* Perfect Daily Grind & PDG. Consulta realizada: 8 de junio de 2021. Extraído de: <https://perfectdailygrind.com/es/2019/06/28/que-sucede-durante-la-fermentacion-del-cacao/>.

Cámara de Comercio de Guatemala (CCG). (2014). *Guía para Exportar*. CCG. Consulta realizada: 29 de agosto, 2021. Extraído de: http://ccg.com.gt/web-ccg/wp-content/uploads/2014/05/Guia_Exportar.pdf

Cooperativa Agroindustrial Tocache Ltda. 2018. *Ficha Técnica Pasta de Cacao*. Extraído de: <http://cacaotocache.com/ficha-tecnica-pasta-de-cacao/>

Delani. (2021). *Descascarilladora de Cacao*. Delani: Cacao & Chocolate Machinery. Consulta realizada: 17 de agosto, 2021. Extraído de: <https://delanitradng.com/wp-content/uploads/2020/02/Roasty-horno-tostador-de-cacao-1.pdf>

Direct Industry. (2021). *Selladora de Bolsas Supersealer*. Direct Industry by Virtual Expo Group. Consulta realizada: 17 de agosto, 2021. Extraído de: <https://www.directindustry.es/prod/ok-international/product-60604-2312417.html>

De la Cruz, M. Et al. 2018. *Diseño del Proceso Productivo del Licor de Cacao en Chulucanas*. Universidad de Piura. 158 páginas.

Guerrero, D. Et al. 2012. *Diseño de la Línea de Producción de Chocolate Orgánico*. Universidad de Piura. Extraído de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1556/PYT_Informe_Final_C%20HOCOLATE_ORGANICOv1.pdf?sequence=1

Guerrero, I. (2006). *Diseño del Sistema de Esterilización Experimental en la Obtención de Licor de Cacao*. Escuela Superior Politécnica de Litoral. Guayaquil, Ecuador.

Guzmán, V. 2016. *Diagnóstico de la Cadena de Cacao*. Guatemala, Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 32 pags.

Helmut S y Corvo. (13 de abril de 2019). *Estudio de prefactibilidad: para qué sirve, cómo se hace, ejemplo*. Liferder. Recuperado de <https://www.liferder.com/estudio-de-prefactibilidad/>.

INACOP. 2019. *Listado de Cooperativas Inscritas por Región, Departamento y Clase*. Unidad de Planificación y Programación. Extraído de: <https://www.inacop.gob.gt/wp-content/uploads/2019/02/regi%C3%B3n-ii.pdf>

Jorestech. (2020). *Heavy Duty Large Bag Impulse Sealer*. TechnoPack. Consulta realizada: 20 de agosto, 2021. Extraído de: <https://www.technopackcorp.com/packaging-machinery/bag-sealers/foot-pedal-impulse-sealer/pneumatic-foot-impulse-bag-sealer-24-model-mfs-600-pn-by-jorestech.html>

Linares, H. 2010. *Chocolate y Cacao*. Guatemala, Agexport. 5 págs.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). 2014. *Perfil Comercial Cacao*. Guatemala, Guatemala, Gobierno de Guatemala. 11 págs.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). 2016. *Plan Estratégico de la Agrocadena de Cacao en Guatemala*. Guatemala, Guatemala. Guatemala, Guatemala, MAGA. 96 págs.

Natra. (2010). *Productos Industriales*. Consulta realizada el 10 de agosto de 2021. Extraído de: <https://natra.com/es/product/pasta-de-cacao/>

Prociencia. (2008). *Balanzas*. Prociencia: Productos Científicos e Industriales. Consulta realizada el 17 de agosto de 2021. Extraído de: https://www.balanzasguatemala.com/bienvenidos-a-proquimica/balanzas_laboratorio/balrhno/

Programa Alimentario Sostenible. 2013. *Uso actual y oferta de tecnologías sostenibles en las cadenas de valor del cacao en Guatemala para mejorar la seguridad alimentaria*. Consejo Agropecuario Centroamericano. Extraído de: http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Informe_Guatemala.pdf

Rivas, R. (2020). *Microorganismos, química y chocolate: una relación deliciosa*. Universidad de Salamanca. Consulta realizada el 8 de junio, 2021. Extraído de: <https://theconversation.com/microorganismos-quimica-y-chocolate-una-relacion-deliciosa-146131#:~:text=La%20fermentaci%C3%B3n%20de%20la%20pulpa, donde%20crecen%20bacterias%20y%20levaduras.&text=La%20tercera%20fase%20est%C3%A1%20dominada,ac%C3%A9tico%2C%20cuando%20aumenta%20la%20aireaci%C3%B3n>

Sánchez, V. 2007. *Caracterización Organoléptica del Cacao, para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial*. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Soluciones en Acero. (2021). *Mesas de Trabajo*. Consulta realizada: 23 de agosto, 2021. Extraído de: <https://www.equipococina.com/shop/mesa-de-trabajo-en-acero-inoxidable-906?category=197#attr=337.873>

Soluciones Prácticas. (2018). *Catálogo de Maquinaria para Equipos de Alimentos*. Ministerio de Agricultura y Riego. Consulta realizada: 23 de agosto, 2021. Extraído de: https://energypedia.info/images/0/02/Cat%C3%A1logo_Lacteos.pdf

Suministros en Metrología. (2021). *Medidor de Humedad en Granos y Semillas, Twist GrainPro*. Consulta realizada: 17 de agosto, 2021. Extraído de: <https://suministrosenmetrologia.com/productos/medidores-de-humedad/medidor-de-humedad-en-granos-y-semillas-draminski-twist-grain-pro/>

TUNECA R.L. Cooperativa Agrícola Integral. 2018. *Plan de Negocios Cooperativa Agrícola Integral TUNECA R.L.* Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 36 páginas.

Unión Europea. 2018. *Chocolate y Cacao*. MINECO. Extraído de: <http://portal.export.com.gt/Portal/Documents/Documents/2008-10/6250/2113/Ficha54%20-%20Chocolate%20y%20Cacao.pdf>

Vasquez, E. (2005). *Situación Actual del Cultivo del Cacao en el Departamento de Izabal*. Universidad San Carlos de Guatemala.

Zubex. (2020). *Bolsas para Cocción y Llenado en Caliente*. Axioma Group. Consulta realizada: 20 de agosto, 2021. Extraído de: <https://www.catalogodeempaque.com/ficha-producto/Bolsas-para-coccion-y-llenado-en-caliente+136563>

XI. ANEXOS

ANEXO 1 ESTUDIO DE MERCADO

A. Enfoque

Según la Universidad Autónoma de México, un estudio de mercado tiene como objetivo determinar cuál es la demanda de un producto que está siendo evaluado para un nuevo proyecto. En este caso, se realizó para determinar si existe alguna necesidad insatisfecha por el mercado actual de cacao y cómo poder cubrirla. También, se buscó evaluar a los distintos competidores disponibles, sus características y deficiencias para poder determinar si el proyecto es una alternativa viable. En este estudio de mercado, se evaluará si existe un mercado disponible de forma nacional o internacional para el licor o pasta de cacao. Asimismo, se estudiará la oferta actual de productos derivados del cacao, su distribución, características y precios habituales.

En el siguiente estudio de mercado, se analizó los principales clientes de cacao en el mercado nacional, sus preferencias, prácticas y necesidades. Además, se estudió la evolución del mercado internacional y se analizaron oportunidades de mejora en los países de mayor demanda. Posteriormente, se realizó una investigación de la oferta actual, tanto nacional como internacional. Se hizo énfasis en las oportunidades de innovación y diferenciación en ambos sectores. Utilizando toda esta información, se identificó en cuál mercado podría posicionarse el licor de cacao de una mejor forma. Asimismo, se definió la demanda promedio que el proyecto debería de abarcar.

B. Demanda

1. Mercado nacional

La demanda nacional del mercado del cacao está compuesta principalmente por la compra-venta de cacao en grano seco y fermentado. El mercado guatemalteco sigue la tendencia mundial, ya que su demanda ha reflejado un crecimiento constante de volumen pero el flujo de capital generado por su comercialización ha permanecido constante

Cuadro 26. Consumo global del grano de cacao en el período 2007-2014

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Consumo TM	816.8	849.16	1483.05	1676.84	1685.25	1836.26	2084.30	2169.64

Fuente: MINECO, 2015

La industria chocolatera compra, en su mayoría, materia prima en forma de grano. Sin embargo, existen dos relaciones principales en el mismo. En la primera, se demanda cacao seco y fermentado desde su fase de cultivo o agrícola, mientras que en la segunda el cliente prefiere adquirir el grano en baba para realizar la transformación en instalaciones propias y controlar dichos procesos. En Guatemala, la comercialización de productos semielaborados o finales es casi nula, debido a que el mercado nacional no demanda una alta calidad.

En la dinámica del mercado nacional, el precio del cacao fluctúa según el nivel de transformación que tiene, y este tiene un mayor aumento para el intermediario. En otras palabras, si un agricultor escoge realizar una transformación primaria a su grano, esto mejoraría el precio en Q2 la libra. Por otro lado, si un intermediario es el que realiza dicho proceso, este obtiene un beneficio de Q6.50 por libra, siendo este incremento 325% el incremento del agricultor. Por último, se sabe que el precio de compra de cacao nacional en la industria es de Q11-Q12 la libra. Cabe mencionar que el cliente principal de grano de cacao ya procesado son las pequeñas empresas o las empresas que comercializan cacao artesanal.

a. Perfil de cliente nacional

En Guatemala, la comercialización de cacao se da con los siguientes tipos de clientes. El primer cliente son empresas artesanales locales que se dedican a elaborar productos derivados, con materia prima y procesos de calidad. Segundo, empresas nacionales que se dedican a la elaboración de chocolate y sus derivados comerciales de forma industrial, que buscan comprar un licor de cacao de alta calidad.

Cuadro 27. Número de industrias artesanales registradas en Guatemala

Municipio/Departamento	No. de industrias artesanales	Total por departamento
Mixco, Guatemala	70	70
Samayac, Suchitepéquez	42	55
San Antonio, Suchitepéquez	13	
San Sebastián, Retalhuleu	10	10
Xelajú, Quetzaltenango	40	40
Cobán, Alta Verapaz	2	3
Cahabón, Alta Verapaz	1	
TOTAL NACIONAL		178

Fuente: MAGA, 2014

Cuadro 28. Industrias chocolateras en Guatemala, clasificadas según su tamaño

Lugar	Nombre
1	Fábrica de Chocolates La Granada
2	Chocolates Best de Guatemala
3	Dulces y Chocolates la Grecia
4	Chocolates Sharp, Industria del Café, S.A. Incasa
5	Chocolates Guerrero, S.A.
6	Productos Industriales de Cacao, S.A. PICSA
7	Chocolates Rico, S.A.

Fuente: MOLLINEDO, 2014

Según el Ministerio de Agricultura, solamente existen 7 empresas chocolateras que se consideran de carácter industrial, mientras que existen 178 otras que producen el chocolate de forma artesanal. En Guatemala, las 7 industrias mayores solamente adquieren cacao nacional en forma de grano, para poder así darle el grado de tueste deseado y adecuado para su producción. Además, también importan grano de cacao de calidad de otros países Centroamericanos, principalmente Nicaragua, para poder completar su demanda de materia prima. En ocasiones, importan pasta de cacao de cacao de alta gama, si la oferta de cacao nacional y regional no es suficiente para abastecer su producción.

Por otro lado, las empresas artesanales, a manera de una forma de reducción de costos de producción, optan por comprar el grano fermentado y seco y realizar el proceso de tostado dentro de sus instalaciones, en equipos que no son los ideales para llevar a cabo dicho proceso. Dentro de estas industrias, el tueste puede hacerse dentro de un horno de convección o incluso en una estufa de gas. Ninguna de las industrias, tanto grandes como pequeñas, adquiere pasta de cacao nacional como materia prima para la elaboración de sus productos terminados.

2. Mercado internacional

La demanda mundial del cacao ha tenido un crecimiento constante acumulativo del 3% anual en los últimos 100 años, según la Fundación Mundial del Cacao. Esta organización, además, predice que el crecimiento de la demanda no es vulnerable a una disminución, debido a la aparición de mercados emergentes. Asia es un claro ejemplo de un mercado emergente, en donde se observó un crecimiento en la demanda de cacao del 41% en 4 años (WCF).

Algunos de los mercados emergentes han aumentado la comercialización de productos derivados del grano de cacao. Algunos de los más relevantes son: residuos de cacao, pasta de cacao y manteca, grasa y aceites de cacao. La evolución de dichos mercados, a nivel global, se muestra a continuación:

Cuadro 29. Exportaciones globales de cacao en sus distintas presentaciones

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
En grano TM	8474	849.16	1483.05	1676.84	1685.25	1836.26	2084.30	2169.64

Se estima que, aunque ha habido un incremento de oferta, esta no basta para cumplir el déficit de dicho producto; déficit que se estima alcanza el millón de toneladas métricas. Este déficit se crea al combinar los efectos de regiones de población acostumbrada a su consumo regular y de mercados emergentes que empiezan a adoptar este consumo, tales como en la región asiática. El cacao proveniente de Guatemala ha tenido aceptación a nivel internacional, debido a la calidad de su producto. Siendo el grano del país de alta calidad, otorga propiedades organolépticas diferenciadas. El cacao guatemalteco y sus derivados se comercializa a nivel internacional en la categoría de “finos”.

Se estima que la demanda internacional del cacao en el 2016 fue de 65.58 toneladas métricas. De los países que más demandan cacao guatemalteco, sobresalen los siguientes: Estados Unidos, Países Bajos y Francia, con una demanda aproximada de 32.73, 12.54 y 8.16 toneladas métricas respectivamente.

Cuadro 30. Principales destinos de exportación de grano de cacao guatemalteco, 2016.

País de destino	USD valor	TM
Estados Unidos de América	181,625	32.73
Países Bajos	68,750	12.54
El Salvador	2,063	8.45
Francia	32,000	8.16
Honduras	1,572	1.83
Dinamarca	7,020	1.16
Taiwán	1,223	0.44
Bélgica	1,224	0.28
TOTAL	295,477.00	65.58

Fuente: Estadísticas exportaciones BANGUAT, 2016.

a. Perfil de cliente internacional

El mercado europeo consume el 50% del cacao demandado a nivel mundial. América consume el 34% y Asia el 13%. Los países en específico que más demandan cacao a nivel internacional son: Estados Unidos, Alemania, Francia, Reino Unido, Japón, Italia, España y Brasil. Los países con un mayor consumo de productos derivados del cacao per cápita son: Suiza (5.1 kg/persona), Francia (4.1 kg/persona), Bélgica (4 kg/persona), Australia (3.6 kg/persona) y Estados Unidos (2 kg/persona).

Se considera que el mercado europeo tiene el mayor crecimiento relacionado a la comercialización del cacao. En este existen dos segmentos de mercado totalmente diferenciados:

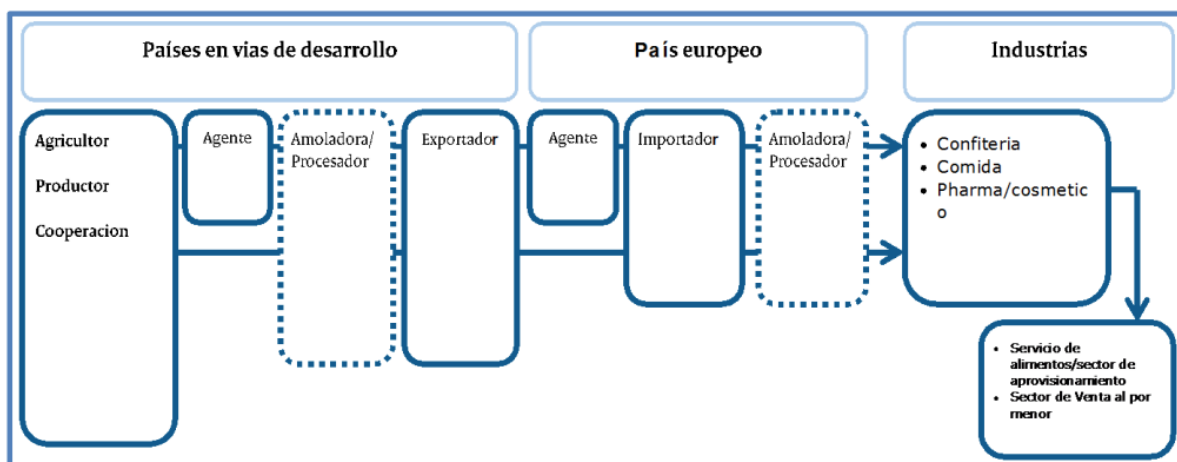
cacao africano y cacao centroamericano. El cacao africano se utiliza para la elaboración de productos comerciales de menor valor y calidad. Mientras que el cacao centroamericano va dirigido a un grupo más específico que disfruta de un chocolate más fino.

Según el MAGA, las principales compradores de cacao en Europa son las siguientes entidades:

1. AarhusKalshamn Denmark A/S (Alemania)
2. Molenbergnatie NV (Bélgica)
3. List & Beisler (Alemania)
4. 32 Cup (Bélgica)

En el siguiente diagrama, se muestra la distribución del cacao Guatemalteco en el mercado Europeo y los distintos agentes que conforman la cadena.

Figura 14. Canales del mercado de la UE para comercialización del cacao



Fuente: Base de datos de información CBI

C. Oportunidad de mejora: comercialización de pasta o licor de cacao

1. Tendencias emergentes

Al contemplar el mercado internacional de cacao, es de suma importancia considerar las tendencias emergentes que han tomado relevancia en los últimos años. Estas tendencias se explican brevemente a continuación.

a) Enfoque en productos saludables:

Dentro de la economía global, un grupo del mercado ha tomado importante participación, en donde se tiene un especial interés en la salud y su cuidado. En el mercado del chocolate, ha surgido un crecimiento en la demanda del chocolate oscuro o chocolate amargo, que requiere una mayor cantidad de pasta de cacao para su elaboración. Algunos de los beneficios de consumir chocolate oscuro son la reducción del colesterol, presión arterial y el aporte de antioxidantes.

b) Enfoque en la sustentabilidad ambiental o social:

En los últimos años han nacido mercados que demandan productos “orgánicos”, en el caso del cacao, es un mercado que demanda un cacao producido y comercializado en una cadena de valor que sea sustentable ambientalmente y socialmente. En este segmento, se requiere que el

cacao cumpla con muchas más especificaciones de calidad, certificaciones y un menor procesamiento.

c) Enfoque de “bean to bar”:

Este enfoque es propio del mercado del cacao. Se trata de una tendencia creciente en el segmento de producción de chocolate artesanal en Estados Unidos y Europa. En este tipo de mercado, se establecen relaciones comerciales a largo plazo con cada una de las partes de la cadena de valor del proceso productivo de una barra de chocolate, con el fin de asegurar la máxima calidad en cada una de las etapas del proceso. En este enfoque, se definen aspectos esenciales de calidad, cantidad y precio necesarios para el desenvolvimiento del negocio.

d) Enfoque de alta calidad y diferenciación:

A lo largo de los años, ha crecido el interés por una chocolatería especializada, la cual necesita una materia prima de excelente calidad. Esto permite diferenciar los productos en base a su sabor y aroma. A raíz de esto, la demanda de grano de países productores de cacaos finos ha incrementado su interés.

e) Enfoque económico:

También existe un segmento de mercado que utiliza cacao en sus procesos de transformación, pero que tiene como principal enfoque mantener el precio bajo y no la calidad alta. Esto debido a que ciertos productos derivados del cacao pueden llegar a ser demandados por personas con capacidad de compra limitada.

Los productos más conocidos derivados del cacao son: granos, cocoa y manteca, pasta o licor, bebidas, cosmetología, entre otros. La pasta o el licor de cacao es un producto intermediario utilizado para la producción de chocolates y otros derivados del cacao. Muchas industrias lo utilizan como materia prima para sus procesos.

Actualmente, la principal forma en la que se vende el cacao es a través del grano. Otra fuente de ingresos para este sector está en la venta de los residuos del proceso, como cáscara, cascarilla, nibs, entre otros. La manteca y aceite de cacao es uno de los derivados más comercializados; este se obtiene de la separación de aceites de la pasta de cacao. Sus principales usos son en cosmetología, chocolate blanco y cacao en polvo. Por último, la venta de licor o pasta de cacao. El licor o pasta de cacao es el producto derivado de cacao con un mayor valor comercial en comparación con las demás. Este producto es el resultado del fermentado, secado, tostado, tras haber limpiado y descascarillado el grano. Debido al proceso de elaboración de este producto intermediario, se obtiene un mejor precio de venta. Además, este producto se va haciendo más atractivo a través del tiempo, debido a la preferencia de industrias de comprar materias primas de mejor calidad, asegurando una cadena de suministros estandarizada y adecuada, en lugar de un grano sin procesar en donde no se posee trazabilidad de su cultivo. La pasta de cacao se utiliza para la elaboración de muchos productos terminados derivados de este, como por ejemplo: chocolate, confitería, pastelería, galletería, entre otros. En el siguiente cuadro, se muestra la proporción de pasta de cacao necesaria para la elaboración de distintos derivados.

Cuadro 31. Porcentaje en composición de pasta o licor de cacao en los principales productos terminados a base de cacao

Producto	Ingredientes	Composición
Chocolate oscuro al 70%	Pasta de cacao	70%
	Azúcar	30%
Chocolate con leche al 50%	Pasta de cacao	25.26%
	Manteca de cacao	24.81%
	Leche	13.53%
	Azúcar	36.09%
	Lectina	0.15%
	Vainilla	0.15%
Chocolate de mesa	Pasta de cacao	20%
	Azúcar	80%
Chocolate de mesa semiamargo	Pasta de cacao	30%
	Azúcar	70%
Chocolate de mesa amargo	Pasta de cacao	40%
	Azúcar	60%

Fuente: Norma CODEX STAN 87-1981

Como se ve reflejado en el Cuadro 7, la pasta o licor de cacao es un producto semielaborado que permite la elaboración de productos terminados derivados del chocolate. Una vez se tiene la pasta de cacao, solamente es necesario el uso de conchadoras y temperadores para la producción de chocolate en barra. Esto debido a que una vez obtenida la pasta de cacao, solamente se debe mezclar con el resto de ingredientes para poder elaborar barras de chocolate.

Algunas de las ventajas de comprar pasta de cacao en sustitución del grano seco se mencionan a continuación. Primero, las etapas que determinan las propiedades y calidad del chocolate a producir ya fueron realizadas por el proveedor. El proveedor se tuvo que encargar de caracterizar los granos de cacao utilizados, asegurándose de que estos tengan el grado adecuado de fermentación y el porcentaje de humedad ideal. Además, este proveedor debe especializarse en tener perfiles de tueste del grano que permitan potencializar al máximo las propiedades organolépticas del mismo. El resultado de tener un proveedor que se especialice en la transformación secundaria del grano garantiza que la empresa trabaje con materia prima de alta gama.

Otras de las ventajas es el fácil almacenamiento del material, su tiempo de vida y versatilidad. La pasta de cacao, una vez empacada de forma correcta, puede almacenarse a temperatura ambiente, en estanterías sin exposición directa al sol. A diferencia de este, el grano de cacao no puede ser almacenado a estas condiciones, debe ser almacenado en bolsas especiales para granos, se debe tener un control riguroso de la temperatura para evitar humedecer la materia prima. Además, se está almacenando testa o cascarilla que no será llevada al producto final. Adicionalmente, la pasta de cacao puede almacenarse hasta un año después de su producción al ser empacada al vacío y a las condiciones de almacenamiento antes mencionadas. Por último, puede ser

utilizada para la producción de una amplia variedad de productos derivados del chocolate y además resulta más saludable utilizar la pasta de cacao en lugar de una mezcla de granos y adicionar la manteca de cacao de forma separada.

D. Oferta

Para poder evaluar la oferta actual, se tomó en cuenta la dinámica del mercado nacional y las presentaciones en las que este se vende. Se evaluó la producción de cacao nacional y sus variedades, así como también las principales formas de comercialización del cacao y sus precios. También, se hizo un estudio preliminar de las principales empresas que procesan cacao y que pudieran considerarse competencia en el mercado nacional.

En el caso del mercado internacional, se evaluaron los principales países productores de cacao. Además, se realizó una caracterización breve del cacao que ellos venden y necesidades existentes en el mercado. Esto para así poder evaluar si la exportación de licor de cacao es un mercado rentable a nivel internacional.

1. Producción de cacao

Existen tres variedades de cacao más comercializadas a nivel mundial: Forastero, Criollo y Trinitario. El cacao forastero es común de África, Asia y Brasil y compone el 90% de la producción mundial de cacao. Los granos Criollo y Trinitario se consideran los granos más finos y son cosechados en Centroamérica, México, Colombia y Ecuador.

En Guatemala, se produce cacao a lo largo de todos los meses del año. En el 2015, se contaba con aproximadamente 1,172 fincas de cacao, con una extensión de 2,693 hectáreas de área sembrada. Además, se cuenta con al menos 160,000 hectáreas aptas para desarrollar el cultivo de cacao. El 88.62% del cacao guatemalteco se cultiva en dos regiones: Norte y Suroccidente. La región Norte tiene una mayor cantidad de fincas pero el Suroccidente concentra el 49.39% de superficie cultivada, es decir que las fincas en la región Suroccidente son más grandes en extensión que las de la región Norte.

Cuadro 32. Rendimiento de cacao para el período 2007-2014.

Año	Área cosechada (Ha)	Producción (TM)	Rendimiento (TM/Ha)	Rendimiento (kg/Ha)
2007	3,892.31	1,014.97	0.26	260.78
2008	3,916.08	1,043.76	0.27	266.54
2009	3,916.08	1,061.57	0.27	271.09
2010	3,986.01	1,073.54	0.27	269.33
2011	4,125.87	1,161.82	0.28	281.65
2012	4,265.73	1,247.73	0.29	292.55
2013	4,335.66	1,259.55	0.29	290.55
2014	4,405.59	1,313.64	0.30	303.03

Fuente: Mineco, 2015.

En Guatemala, existen aproximadamente 178 empresas que procesan cacao artesanalmente. También, existen siete empresas industriales que lo procesan. Se promueve la formación de “clusters de cacao”, en donde se busca fomentar la unión de varias empresas productoras para poder aumentar su impacto comercial.

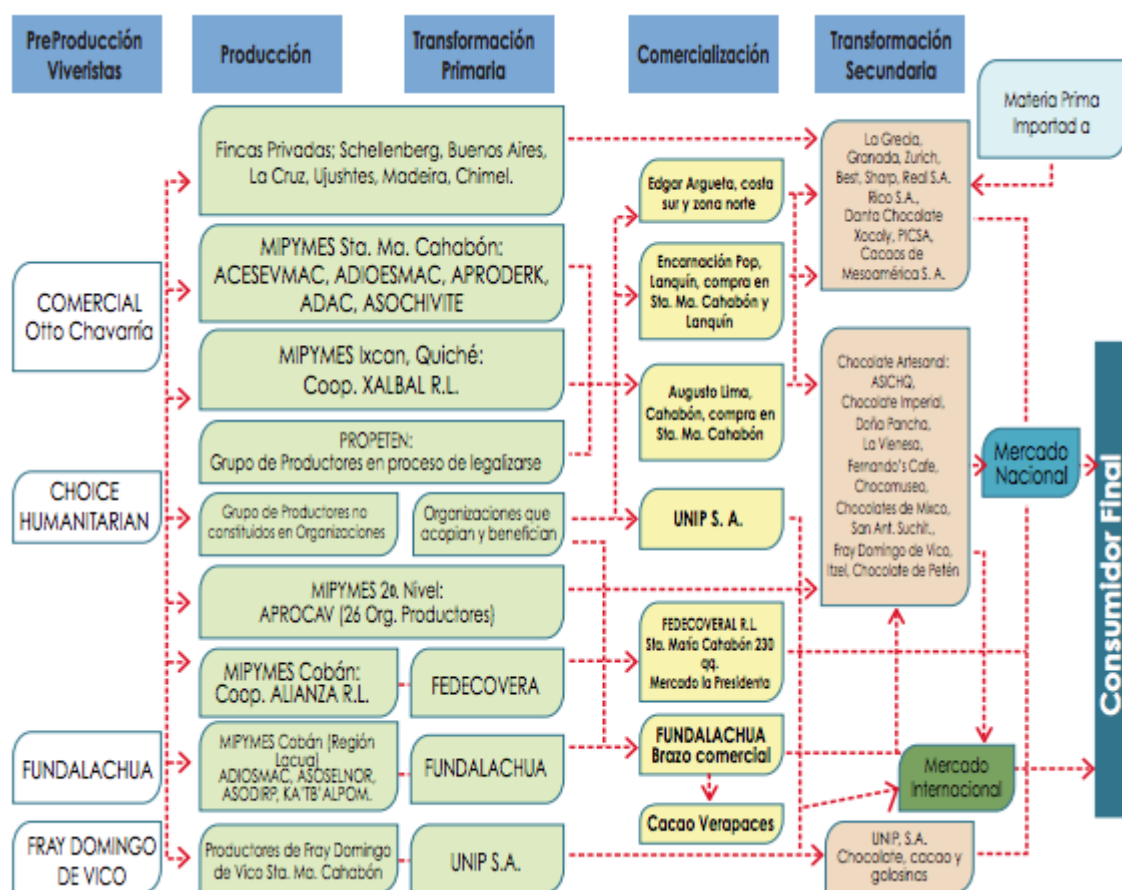
Cuadro 33. Producción nacional del grano de cacao en el período 2007-2014

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Producción TM	1014.97	1043.76	1061.57	1073.54	1161.82	1247.73	1259.55	1313.54

Fuente: MINECO, 2015

El 96% de los granos que se cultivan en Guatemala se venden en el mercado nacional. En la siguiente figura, se muestra la cadena de distribución de granos de cacao en el país.

Figura 15. Actores y distribución en la cadena de suministros de cacao en la región norte de Guatemala



(MAGA, 2016).

Como se puede observar del esquema anterior, en Guatemala, la producción y transformación primaria se consideran la primera etapa de la cadena de distribución. No obstante, la producción neta de los actores de dicha etapa no cubre volúmenes altos según la demanda industrial. Es por esto que surge la aparición de una etapa de comercialización, en donde existen cooperativas que se encargan de reunir cacao de diferentes proveedores para así poder comercializar volúmenes más grandes y así obtener un mayor beneficio económico. Esta dinámica hace que el mercado de cacao guatemalteco sea deficiente. Esto debido a que, a pesar de que el grano de cacao guatemalteco posea características que pueden hacerlo sobresalir como un cacao

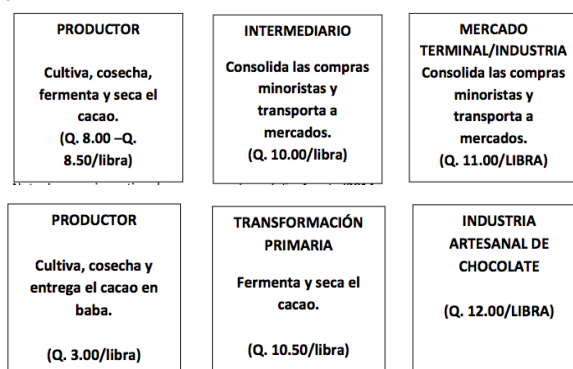
fino, la cantidad de distintos productores involucrados en la distribución no permite tener estándares altos de calidad. El que las cooperativas trabajen con un número elevado de productores de cacao reduce la trazabilidad de los lotes que se trabajan, por lo que resulta aún más difícil poder asegurar ciertas características del grano a sus clientes.

En Guatemala, la oferta no está enfocada en la calidad. Por otro lado, su principal objetivo es poder vender el mayor volumen que sea posible. Esto ha causado que se desarrollen problemáticas comunes, tales como la venta de cacao lavado, es decir que no ha alcanzado su punto ideal de fermentación. Además, como forma de agilizar los tiempos de secado, en muchas ocasiones el grano se comercializa con una humedad mayor al 8%, la cual tiene un riesgo elevado de producción de aflatoxinas, que pueden llegar a ser cancerígenas. En otras palabras, el mercado de cacao en Guatemala está centrado en recolectar el mayor volumen de granos posibles, reduciendo los tiempos de cada etapa del proceso, comprometiendo así el nivel de calidad que se puede asegurar a los productos terminados de la industria en estudio.

2. Principales competidores en el mercado nacional

En el mercado, existen dos relaciones económicas principales, con respecto a la compra-venta de cacao. En la primera, el productor realiza una transformación primaria de forma empírica y vende el cacao seco fermentado. En este caso, el agricultor vende la libra de cacao a Q8.00. En la segunda, el productor vende el cacao en baba, luego de ser cultivado y este se compra por un intermediario que hace el proceso de transformación primaria. En esta última alternativa, el agricultor solamente es capaz de vender el grano a Q3.00. A continuación, se muestra la relación entre el precio de venta y el eslabón en la cadena de abastecimiento del cacao.

Figura 16. Relaciones comerciales de cacao en Guatemala



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

La competencia directa de este proyecto está conformada por las cooperativas establecidas dentro del país. Aún cuando existen más de 100 cooperativas activas, la mayoría de estas son especializadas en café y solamente 4 de ellas poseen una declaración que permite la comercialización legal de granos de cacao. Debido a la amplia industria cafetalera en el país, no existe ni una sola cooperativa que se dedique exclusivamente a la compra, procesamiento y venta de granos de cacao, la mayoría tiene como actividad principal la comercialización de café. Aún cuando el proceso de café comparte varias de sus etapas con el procesamiento de cacao, estos no deben ser tratados como análogos. Para poder producir un chocolate de calidad, es necesario brindar un tratamiento propio del cacao.

Cuadro 34. Cooperativas registradas autorizadas para la comercialización de granos de cacao.

Cooperativa	Descripción	Ubicación
Agrícola de Servicios Varios la Resistencia, R.L. COASEVIR, R.L.	Producción, venta y distribución de granos básicos, cardamomo, cacao, café, grano vacuno, frutas y otros cultivos propios de la región	Comunidad Primavera de Ixcan, Ixcan. Quiché
Agrícola Integral Chicoj, R.L.	Cultivo de café y otros propios de la región	Caserío Chicoj, Cobán. Alta Verapaz.
Integral Agrícola San Vicente	Producción y comercialización de café y otros productos agrícolas de la región	Aldea San Vicente, San Pedro Carchá. Alta Verapaz.
Agrícola Integral Selva Reina	Cultivo de cardamomo, café y otros propios de la región	Parcelamiento la Unión Aldea Cuarto, Ixcan. Quiché.

Fuente: INACOP, 2019

Guatemala no cuenta con capacidad para llevar su mercado a un nivel de calidad industrial. Se estima que existe una capacidad instalada de 562 toneladas métricas. Adicionalmente, los centros de acopio y beneficiado de cacao en Guatemala albergan muchos problemas, tales como la falta de un registro que provea trazabilidad, también la implementación de protocolos de beneficiados. Para poder comercializar un grano de alta calidad, es necesario que se implementen mejoras en el programa de control de calidad, adquirir equipo adecuado para el volumen que se quiere producir.

En el siguiente cuadro se muestran los principales competidores que tendría el proyecto de ser realizado a nivel nacional. También, se detalla su ubicación geográfica y sus volúmenes aproximados de producción.

Cuadro 35. Principales competidores mercado nacional

Organización	Ubicación	Volumen acopiado Tm
ADIOESMAC	Aldea Tzalamtum, Santa María Cahabón, Alta Verapaz	40
APRODERK	Aldea Chivité Santa Rosa, Santa María Cahabón, Alta Verapaz	5.45
ADAC	Aldea Saquija, Santa María Cahabón, Alta Verapaz	13.60
FEDECOVERA	Cobán, Alta Verapaz	360
FDV	Santa María Cahabón, Alta Verapaz	45
ACESEVMAQ	Aldea Pinares, Santa María Cahabón, Alta Verapaz	60

Fuente: MINECO, 2015

Cabe mencionar que los agentes enlistados en el Cuadro 38, comercializan principalmente cacao en baba. Estos serían los principales competidores del proyecto, debido a que a nivel nacional, la alternativa más viable sería comercializarlo con un nivel más alto de procesamiento. Esto ahorraría

costos de producción en las industrias artesanales y les permitiría ampliar su capacidad de producción sin invertir en una expansión o equipo más especializado.

3. Principales competidores en el mercado internacional

Como se mencionó anteriormente, solamente el 4% del cacao que se produce dentro de Guatemala se exporta. Esto aún considerando la creciente demanda internacional por cacao de alta calidad y producción de chocolates orgánicos. Los principales competidores para exportación de cacao a otros países se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 36. Principales exportadores de cacao en grano seco en Guatemala

Exportador	Ubicación geográfica	Precio de compra al productor (por quintal)	Destino de comercialización
FUNDALACHUÁ	Eco región Lachuá	Q1,000.00 - Q1,500.00 según calidad	Mercado mayorista y extranjero
Cacao Veparaz, S.A.	Cobán, Alta Verapaz	Q1,500.00 - Q2,100.00 según la calidad	Exportación
INUP, S.A.	Santa María, Cahabón, Alta Verapaz	Q660.00	Mercados fronterizos
Intermediarios particulares	Alrededor del territorio guatemalteco	Q800.00	Mercados fronterizos y regionales

Fuente: MINECO, 2015

Como se puede ver en el cuadro anterior, en Guatemala existen cuatro cooperativas que realizan la mayor parte de las exportaciones. Los precios de compra de quintal de cacao varían desde los Q660 a los Q2,100 dependiendo de la calidad del proceso de transformación primaria que le de el productor. En otras palabras, el precio de compra del quintal de cacao seco se ve fuertemente influenciado por los estándares de calidad que tenga su etapa de cultivo, fermentado y secado. Además, también se puede observar que los mercados fronterizos tienen estándares de calidad más bajos, lo cual se ve reflejado en el precio de compra del grano que se les distribuye.

El precio en la comercialización del cacao se ve favorecido por la demanda extranjera, en el sentido que se valora de mejor forma la calidad del producto. Es por esto que el valor de venta del cacao en el exterior aumenta más del doble de su precio de compra. A continuación, se muestran algunos de los precios de compra nacional y su precio de venta en el exterior para distintos comercializadores.

Cuadro 37. Precio de compra de 1 tonelada de cacao pagado al productor y las organizaciones en función de su forma de comercialización para diferentes intermediarios

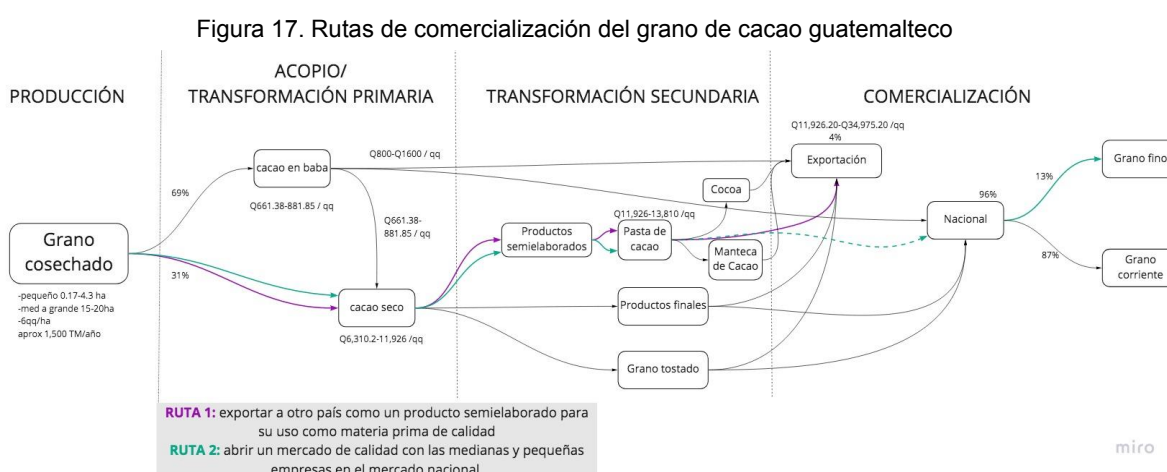
Cacao	Organización	Monto en Quetzales (comercio nacional)	Monto en Dólares (comercio internacional)
En baba	Fundación Laguna Lachuá	Q660	\$809
	INUP, S.A.	Q660	\$841
	FEDECOVERA	Q880	\$1,590
En grano, seco y fermentado	Concepción Pop.	Q800	\$2,242
	ADIOSEMAC	Q900	\$2,529
	Fundación Laguna Lachuá	Q1,100	\$3,083
	Chocolate Imperial	Q1,100	\$3,083

Fuente: Consejo Agropecuario Centroamericano, 2013.

Los principales países exportadores de cacao son: Costa de Marfil, Ghana, Nigeria y Camerún. Todos estos países se consideran países que compiten por volumen y no por calidad. A nivel regional, los principales competidores exportadores de cacao en Centroamérica son Nicaragua y Costa Rica, quienes también exportan principalmente a Bélgica, Alemania y además a Reino Unido.

E. Resultados

Del estudio de mercado realizado, se obtuvo la información necesaria para la elaboración del siguiente diagrama, en donde se muestran los distintos caminos de distribución del grano de cacao en sus diferentes etapas. Además, se muestran resaltadas las dos rutas que eran de interés para el trabajo, en donde se evaluará la factibilidad de la comercialización de pasta de cacao producida con el grano de cacao guatemalteco.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra un análisis FODA realizado para cada una de las rutas de comercialización de interés.

Ruta 1: Exportar pasta de cacao como un producto semielaborado para su uso como materia prima de calidad	
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> ● Guatemala tiene capacidad de producción de grano de cacao de alta calidad ● La pasta de cacao es una materia prima que requiere un menor cuidado de almacenamiento, a mejores condiciones y tiene un mayor tiempo de vida ● La pasta de cacao es una materia prima muy versátil que puede utilizarse para la fabricación de derivados del chocolate así como para la obtención de manteca de cacao y cocoa en polvo 	<ul style="list-style-type: none"> ● El mercado internacional está evolucionando con tendencias que favorecen un chocolate orgánico de calidad ● Guatemala no puede competir por precio, con países productores como el África o Brasil, pero el mercado internacional Europeo no tiene el precio como una prioridad ● Guatemala tiene producción de cacao a lo largo de todo el año, a diferencia de otros productos estacionales como el café ● La competencia de exportación es menor a la del mercado nacional ● Comercializar de forma exitosa un producto de calidad, puede provocar un cambio en la comercialización del grano a nivel nacional
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> ● Los productores de cacao en Guatemala producen un volumen bajo, por lo que se requiere recolectar granos de más de un productor ● Es necesario realizar acuerdos con los proveedores del sector agricultor para poder establecer controles de proceso en el cultivo, fermentado y secado, que permita tener un grano de primera calidad ● Modelo de negocio fácilmente replicable 	<ul style="list-style-type: none"> ● Poder mantener la trazabilidad de todos los productores del café ● Garantizar que todo el grano procesado cumpla con las características necesarias de calidad ● El exportar derivados del cacao a otros países, puede aumentar el déficit en la demanda nacional ● Puede ocurrir un aumento en el porcentaje del grano nacional que se exporta ● Irregularidades en el sistema aduanal del país ● Mano de obra infantil

Ruta 2: Abrir un mercado de calidad con medianas y pequeñas empresas artesanales a nivel nacional, al comercializar pasta de cacao como materia prima.	
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> ● El mercado guatemalteco va en constante crecimiento ● El 96% del cacao es destinado a comercio nacional ● Guatemala tiene capacidad de producción de grano de cacao de alta calidad ● La pasta de cacao es una materia prima que requiere un menor cuidado de almacenamiento, a mejores condiciones y tiene un mayor tiempo de vida ● La pasta de cacao es una materia prima muy versátil que puede utilizarse para la fabricación de derivados del chocolate así 	<ul style="list-style-type: none"> ● La comercialización de pasta de cacao debería aumentar el precio de compra del producto en el territorio nacional ● Adquirir materia prima de calidad, permite que el artesano perfeccione sus sabores y acabados del producto final ● Trabajar con pasta de cacao reduce la cantidad de maquinaria necesaria ● Abre la oportunidad a una expansión a un menor costo ● Podría implicar la evolución y el desarrollo del mercado nacional a un mercado de calidad

como para la obtención de manteca de cacao y cocoa en polvo	
<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ● El mercado nacional no tiene una demanda de grano de calidad, el grano que se comercializa a nivel nacional se considera corriente en la mayoría de los casos ● Los procesos de transformación del cacao son empíricos y no son los adecuados ● La trazabilidad del grano se vuelve un tema complejo al tener a tantos agricultores involucrados ● El volumen de consumo de las empresas artesanales no es tan alto ● Las empresas medianas y pequeñas están dispersas dentro del interior de la república, por lo que se elevan los costos de transporte 	<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Se tendría que hacer un cambio de preferencias del consumidor que realiza las transformaciones sin equipo especializado ● La competencia nacional es grano muy barato de baja calidad ● Garantizar que todo el grano procesado cumpla con las características necesarias de calidad

Al analizar todos los aspectos que implica el adoptar la ruta 2, en donde la pasta de cacao se comercializaría a nivel nacional, se encontraron una mayor cantidad de obstáculos. El mercado nacional no está listo para consumir derivados de cacao de calidad, su principal motivación es competir por precio y no por calidad. Esto debido a que para poder comercializar a nivel nacional, es necesario cambiar el mercado nacional o que este pueda sufrir una adaptación para que vender el producto sea factible.

Por otra parte, la ruta 1 termina siendo la alternativa más atractiva, debido a la evolución del mercado internacional; el cual cada vez va demandando cantidades más grandes de grano de cacao de calidad. Actualmente, existe una oportunidad de mercado muy atractiva para la exportación de productos de cacao al mercado europeo. Algunas de las ventajas más atractivas son: el precio de compra del producto, el déficit de oferta de grano de calidad, la facilidad de transportar y almacenar, la diferenciación por calidad y la competencia reducida. Debido a esto, se utilizará el escenario de exportación de la pasta de cacao para evaluar la factibilidad de la línea de producción propuesta.

Seguidamente, es importante poder cuantificar la demanda que se desea abarcar según los niveles de consumo, y de compra/venta de cacao dentro del territorio nacional. Para esto, se determinó el superávit de granos de cacao en Guatemala para así ver cuánto queda disponible para poder exportar. A continuación, se muestran estos datos promedio en el siguiente cuadro.

Cuadro 38. Consumo en TM de cacao a nivel nacional y cantidad disponible para el comercio exterior, en el 2016

Descripción	TM
Producción nacional	1,201.82
Importaciones	1,301.9
Consumo interno	2,303.72
Exportación	64.58
Consumo en otros productos	95.51
<i>Cantidad disponible para procesar</i>	<i>39.90</i>

Fuente: MAGA, 2016.

Como se puede observar en el Cuadro 14, en el 2016 hubo un superávit de 39.90TM en la producción de grano de cacao. Para evaluar la viabilidad del proyecto, se asumirá que se cubrirá el 70% del grano disponible, teniendo así una demanda de 27.93TM al año. Se escogió el 70% del sobrenadante del cacao, debido a que esto equivale a 27.93TM de cacao al año, producción que puede ser recolectada por una misma cooperativa, aumentando la trazabilidad del cultivo y permitiendo así establecer una relación cliente-proveedor más estable, en donde se especifiquen los estándares de calidad necesarios.

ANEXO 2

ESTUDIO TÉCNICO

A. Descripción del producto

El licor o pasta de cacao es un producto semielaborado derivado del cacao, utilizado en la producción de la mayoría de los productos relacionados al chocolate. A partir de este punto, se le llamará solamente “pasta de cacao”.

La pasta de cacao es el producto resultante luego del tostado, molienda y refinado del grano de cacao, luego de que este haya sido limpiado, fermentado, secado y descascarillado. Existen tres diferentes clasificaciones de la pasta de cacao: natural estándar, natural de sabor suave y natural de cacao en grano de origen único. El primer tipo de pasta de cacao se usa en la elaboración de chocolates, confitería, galletería, pastelería y helados. En el caso de la pasta natural de sabor suave, tiene las mismas características bases que la estándar, pero se le da un tratamiento especial para realzar las propiedades aromáticas que logran un sabor más suave. Esta se utiliza también para la elaboración de chocolates, confitería, galletería, pastelería, helados y cremas. El último tipo de pasta se utiliza exclusivamente para la elaboración de chocolates de alta gama, en donde se requiere que el grano empleado en su producción provenga de un solo origen para garantizar la calidad de su cultivo. Adicional a estos tres tipos de pasta, existe una tendencia emergente en el comercio de la misma, conocida como “pasta de cacao natural de comercio justo de origen único” en donde se impulsa la relación directa entre agricultores y productores, asegurando la calidad y garantizando el comercio justo entre las partes.

B. Proceso de producción

1. Descripción y caracterización de la materia prima

En Guatemala, se tiene una producción de granos de cacao durante todos los meses del año. Aproximadamente, se realizan recolecciones de materia prima cada 4 semanas, permitiendo así que los frutos estén maduros al momento de la recolección. Una vez abiertos los frutos, los granos deben fermentarse y secarse de manera apropiada. La fermentación usualmente se realiza por 8 días y el secado por 5 días hasta que la humedad sea reducida lo suficiente para tener condiciones adecuadas para el almacenamiento de los granos. El proceso de fermentación en Guatemala se realiza en sacos o cajones de madera conocidos como “fermentadores”, donde se tiene una circulación de aire y se puede sacar el agua. Durante este proceso, se lleva a cabo una reacción química en donde los azúcares que están en la pulpa se transforman en productos de interés, como agua, alcohol etílico/ácido acético (dependiendo del tipo de fermentación). La fermentación del cacao se subdivide en 2 etapas: la primera fase de la fermentación es realizada por levaduras y una segunda etapa por bacterias aeróbicas; en donde se oxidan los polifenoles y cambia el pH. El grano sufre un estrechamiento, un cambio de color a uno oscuro y un agrietamiento luego de que pasa la fermentación.

El proceso de secado dura de 5 a 7 días si este se realiza al sol. El porcentaje de humedad usualmente se reduce de un 55% a un 7%. Para este proceso, se extienden los granos en el suelo, utilizando un recubrimiento para evitar el contacto directo. El grado de secado es también determinante en la calidad del chocolate que se va a producir. Si el grano se seca de más, el grano se vuelve quebradizo y puede llegar a partirse. Esto resulta

contraproducente ya que al eliminar la cáscara, se perderá materia prima de interés y el rendimiento se verá afectado. Si el grano no se seca suficiente, puede desarrollarse actividad microbiana y poder producir mohos durante el tiempo de almacenamiento. Este proceso se puede hacer al sol o con ayuda de un equipo especializado. La humedad óptima oscila en alrededor el 7%-8.5% de humedad. El cacao debe ser almacenado aislado de cualquier contaminante o fuente de malos olores. Además, debe preservarse totalmente seco para prevenir mohos y cualquier infestación de insectos. Para períodos de almacenamiento prolongados, es de suma importancia monitorear el porcentaje de humedad de los granos asegurándose que estos se conserven con un porcentaje menor al 8.5%, siendo este el factor crítico.

Antes de iniciar la producción de la pasta de cacao, es importante evaluar la calidad del grano con el que se trabajará. Primero, se realizan algunas evaluaciones organolépticas en donde se observa la coloración del grano y su olor. Si el grano posee una coloración amarillenta o café claro, se dice que el cacao fue "lavado" en cuyo caso la fermentación del mismo no llegó a alcanzar su punto ideal y no contribuirá a la calidad del producto final. También, se evalúa el olor del mismo ya que se deben percibir notas dulces que revelen que el grano está listo para ser transformado. Existen pruebas más específicas, tales como la prueba de corte, en las que una muestra representativa del lote se corta de forma longitudinal para evaluar el color del cotiledón y la testa al mismo tiempo. Existe un cuadro de criterios establecidos en donde se determina cualitativamente el porcentaje de fermentación del grano a través de dicha observación.

También existen normas internacionales que permiten aceptar o rechazar un lote de granos de cacao evaluando distintos parámetros importantes para el desarrollo del proceso. Estos parámetros son el peso en 100 almendras, el porcentaje de cada nivel de fermentación, el porcentaje de testa, el pH y el porcentaje de humedad.

Por último, la prueba más especializada que se realiza a los granos de cacao es una prueba organoléptica. En dicha prueba, se realiza una evaluación de los sabores y olores presentes en el grano y la intensidad de los mismos. Un productor especializado conoce cómo potenciar las notas de sabor y olor presentes en un lote a partir de su análisis organoléptico inicial.

2. Descripción del producto terminado

La pasta o el licor de cacao es una pasta de color café que se obtiene luego de la molienda del grano fermentado, seco y tostado, sin la necesidad de tener otros agregados. Debido a que todo el contenido de grano se transfiere a la pasta de cacao, esta tiene un alto porcentaje de grasa y características organolépticas del grano original. En la siguiente cuadro, se muestran las características principales que se evalúan al producir la pasta de cacao.

Cuadro 39. Caracterización organoléptica de la pasta de cacao

Aspecto	Pasta con presencia de grumos, color marrón oscuro
Organoléptico	Sabor no característico, extraño, amargo y aroma a humo y ácido ligero.

Fuente: Guerrero, 2006

Cuadro 40. Caracterización fisicoquímica de la pasta de cacao

Parámetro	Valor deseado
Porcentaje de grasa/manteca	56%
Humedad	5%
Porcentaje de ceniza	6%
Tamaño de partícula	<25µm
Punto de fusión	27°C
pH	5-6
Capacidad calorífica	2.541 kJ/kg °C
Densidad	1061.85 kg/m ³

Fuente: Guerrero, 2006

Cuadro 41. Caracterización química de la pasta de cacao y determinación de coeficiente de conductividad térmica

Componente	Contenido porcentual	Fracción volumen
Humedad	1.9%	2.12%
Proteínas	12.1%	10.09%
Grasas	56.5%	68.20%
Cenizas	3.5%	1.55%
Fibra cruda	2.5%	2.08%
Carbohidratos	23.5%	15.94%

Fuente: Guerrero, 2006

3. Operaciones unitarias involucradas en el proceso actual

Antes de iniciar el proceso, se debe determinar la humedad porcentual del grano. Esto, para garantizar que el almacenamiento del grano se dio a las condiciones adecuadas y que no corre el riesgo de tener hongos o actividad microbiológica. El valor crítico de humedad es 8.5%, un grano con una humedad superior a este no puede ser tostado, debido a que esto indica la posibilidad de que se hayan desarrollado aflatoxinas en el grano, las cuales resultan cancerígenas al ser consumidas en grandes volúmenes. Además, estas toxinas no son volátiles, por lo que permanecerán en el horno y podrán infectar lotes futuros. Una vez aceptado el grano, se procede a la etapa de limpieza y clasificación donde se seleccionan solamente los granos de la calidad deseada. Si la humedad es mayor al 8%, se recurre a un secado secundario al sol hasta poder reducir el valor a un 8%. Una vez alcanzado este valor, la materia prima puede ser utilizada para la primera operación unitaria.

La primera operación unitaria es una operación de secado, conocida como tostado. Se realiza el tostado de los granos dentro de 140-150°C, durante 6-10 minutos en donde comúnmente se utiliza un mecanismo giratorio en el que el grano se va moviendo para asegurar el secado

uniforme de todo el lote. En este proceso se volatiliza un gran porcentaje de la humedad, se detiene la actividad microbiológica residual de la fermentación, se acentúan los aromas del grano al ser potenciados los compuestos aromáticos y hacen que la remoción de la cáscara del grano sea más fácil, debido al desprendimiento interno del grano y la deshidratación de la capa externa. Se espera que al finalizar la operación de secado se pueda reducir la humedad a un 4% como mínimo; no obstante, al retirarse el grano del equipo este tiende a volver a alcanzar el equilibrio con el ambiente y aumenta su humedad a un 7% sin afectar las propiedades adquiridas.

Posterior al secado, se procede a realizar el trillado o descascarillado. Esta consiste en una operación unitaria de separación de partículas. Este proceso remueve la cáscara de los granos mediante un trabajo mecánico. Este proceso puede realizarse de forma manual o en un equipo especializado. Mediante un esfuerzo mecánico, se va desprendiendo la cascarilla del grano, dejando los nibs expuestos. Posteriormente, se utiliza aire como fluido de arrastre para separar las partículas de menor peso, en este caso la cascarilla. Es así como la cascarilla se separa de los nibs y estos pueden proseguir con el proceso. Los residuos de esta etapa del proceso pueden ser utilizados como fertilizante, debido a que no contienen las propiedades necesarias para formar parte del proceso de elaboración del chocolate.

Una vez retirada la cáscara, los nibs de cacao se someten a un proceso de molienda, correspondiente a una operación unitaria de reducción de tamaño de partícula. Este proceso puede realizarse en una diversidad de molinos, tales como un molino de discos. En este proceso no solo se reduce el tamaño de partícula del grano, sino también se liberan grasas y mantecas contenidas dentro del grano, a través de la fricción con las partes móviles del molino. Primero, se utiliza un molino de bolas en donde se logra una reducción de tamaño de partícula del 90% y luego se hace uso de un refinador para poder llegar a una finura del 99.5%. Dentro del proceso de molienda ocurre un incremento en la temperatura. Al aumentar la temperatura se liberan grasas o aceites propios del grano, por lo que se forma una pasta también conocida como licor de cacao. Esta pasta de cacao es un producto semielaborado para la producción de diversos derivados del chocolate en la industria alimentaria.

Una vez obtenida la pasta de cacao, se procede a la etapa del empaque. Las presentaciones más comunes en las que se comercializa la pasta de cacao son: bloques de 22 y 30 kg, sacos de 250 g y 5 kg. El almacenamiento de la pasta de cacao no requiere de condiciones muy especiales. Se prefiere que la pasta pueda ser almacenada en empaque al vacío para poder prolongar su tiempo de vida al restringir su contacto con el ambiente. Para poder empacar al vacío, es necesario tener una etapa previa de enfriamiento antes de someter el empaque al vacío. Además, son necesarias máquinas especiales para poder llevar la bolsa al vacío y que el sello se realice de la forma adecuada. En cuanto al transporte, es necesario tener en cuenta ciertas consideraciones para asegurar que no se rompa el vacío y que no se vea afectada la inocuidad del producto. Generalmente, se prefiere empaquetar la pasta de cacao utilizando bolsas de polietileno laminado y estas siendo empacadas dentro de cajas para su transporte.

C. Realización de pruebas en planta piloto

Luego de recopilar información necesaria del proceso de producción de licor de cacao, se procedió a la realización de pruebas en planta piloto. Para esto, se hizo uso de la maquinaria disponible en una planta a pequeña escala de elaboración de chocolate en barra localizada en Antigua Guatemala. A continuación, se muestran los resultados.

1. Caracterización de materia prima

Para la elaboración de las pruebas, se utilizó cacao proveniente de la región de Chicacao, Suchitepéquez. El cacao de esta región se caracteriza por ser cultivado a una altura de 371.13 metros sobre el nivel del mar, en terreno cálido. En Suchitepéquez, se tiene un área cultivada de 1,488 manzanas y anualmente se produce el 31% del cacao producido en Guatemala, un aproximado de 79,050 quintales de cacao (Banco de Guatemala, 2016). Antes de iniciar el proceso productivo, es preciso evaluar el grano a utilizar para asegurar que tenga la calidad necesaria para la elaboración de una pasta de cacao de calidad. Los resultados de la caracterización inicial se muestran en el Anexo 4: Datos Originales.

Luego de realizar la caracterización de la muestra, se puede concluir que el grano cumple con parámetros de granos internacionales. El peso del cacao en 100 almendras cumple con el requisito de un grano de selección de navidad selecto. El porcentaje de testa estuvo por debajo del 15% en todas las corridas, por lo que sugiere un buen rendimiento del proceso. De la prueba de corte, se determinó que el grado de fermentación de los granos es el adecuado, debido a que el 80% de la muestra evaluada mostró una coloración adecuada. El pH del cotiledón estuvo de 3-4, por lo que se confirma que la fermentación se realizó de forma correcta. El parámetro de humedad se encontró por debajo del rango máximo, siempre debajo del 8.5%. Se puede concluir que el grano de Chicacao con el que se trabajarán las pruebas cumple con parámetros y requisitos internacionales de un grano de alta calidad. Por último, se determinó que el grano posee las notas ácidas y amargas propias del grano de cacao fermentado y seco que serán potencializadas en el proceso de transformación secundaria.

2. Rendimientos en cada etapa de producción

Una vez evaluada la calidad del grano, se procedió a realizar las pruebas en planta piloto. Para estas pruebas, se utilizaron equipos industriales de baja capacidad en donde los lotes se componen de 1 kg de granos. Se estudió el rendimiento de cada operación, para su posterior uso en el balance de masa y energía. Además, se evaluaron oportunidades de mejora en el mismo para poder llegar a proponer un diagrama de proceso adecuado a los objetivos de la investigación. Los parámetros y datos de operación de las pruebas realizadas están detallados en la sección B del Anexo 4: Datos Originales.

Todos los lotes contaban con una humedad inicial adecuada para iniciar el tostado, asegurando así que el proceso no estuvo expuesto o en contacto con aflatoxinas. Al realizar el tostado a distintas temperaturas, se fue muestreando a partir de los 10 minutos del proceso para evaluar su cambio de humedad por transferencia de masa. A partir de los 10 minutos de proceso, la humedad del grano se ve reducida a niveles en los que ya podría ser procesado como pasta de cacao. Sin embargo, es necesario permitir que se tueste por más tiempo para lograr favorecer los compuestos aromáticos y las notas de sabor al proceder a molerlo. A medida que se aumentó la temperatura del tostado, se fue reduciendo el tiempo total. Los granos de cacao fueron retirados del proceso cuando se determinó que estos tenían la apariencia y aroma característicos de un tostado completo.

3. Evaluación del producto terminado

De las pruebas piloto, se obtuvieron tres distintas muestras de pasta de cacao. Estas muestras fueron producidas a partir de granos de cacao que sufrieron un distinto perfil de tostado, en donde en función de la temperatura se varió el tiempo de exposición al calor para lograr llegar así al

punto ideal en cada temperatura. Para determinar qué perfil de tostado es una mejor alternativa para la producción de licor de cacao, se realizaron las pruebas de caracterización de producto terminado. Por último, se sometieron las muestras a un análisis organoléptico en donde se evaluó si existía una preferencia del consumidor hacia alguna muestra y poder indagar si esta estaba relacionada a sus características o el tiempo y temperatura del tostado.

Los resultados de la caracterización de producto terminado se encuentran detallados en el inciso C del Anexo 4: Datos Originales. No se observó un cambio significativo en el tamaño de partícula, debido a que un tamaño de partícula menor a 29 micrones es imperceptible para el paladar humano; por lo que a la percepción del consumidor no se lograrán identificar grumos. Todas las muestras se encontraron por debajo de este valor máximo. Tampoco se percibió un cambio en el punto de fusión, en donde todos los puntos de fusión se encontraron por debajo de la temperatura corporal 36.1°C, lo cual valida que el chocolate podrá derretirse al estar en el paladar. Debido a lo parecido de los resultados, se realizaron pruebas de análisis sensorial para determinar si la temperatura y tiempos de tostado tendrían un cambio de percepción en el cliente.

Las pruebas de análisis sensorial revelaron que la mayoría de los comensales prefirió el chocolate con el tueste medio. El tueste medio permitió que los comensales saborearan notas un tanto dulces del cacao, mientras que en el tueste alto pudieron identificar más notas de amargura de las que les gustaría. Una observación común fue que el tueste bajo presentó una consistencia más granulosa que los demás chocolates, por lo que debería de considerarse un diámetro de partícula más fino cuando se repliquen las pruebas de molienda. El tiempo y temperatura de tostado permitió que las características del grano se potenciarán de una mejor forma y aumentar la temperatura de tostado provoca que aumente el nivel de amargura en el producto final, aspecto que no es agradable para la mayoría de los consumidores. Se determinó que la temperatura de tostado del grano debe ser de 120-140°C y su tiempo debe ser de 13-15.5 minutos.

D. Proceso propuesto

1. Modificaciones al proceso actual

La primera modificación propuesta para el proceso es trabajar directamente con un solo centro de acopio de granos de cacao. De esta forma, se establecerá una mejor relación cliente-proveedor en la cual se establezcan los parámetros de calidad para la materia prima y los volúmenes que se requerirán. No se tendrá que tener un reproceso del secado preliminar, en cambio toda materia prima que entre con una humedad mayor al 8.5% será rechazada y devuelta al centro de acopio acortando los tiempos de recepción de materia prima y los costos por reproceso.

De las pruebas en laboratorio, se determinó que una mejor alternativa para el proceso de tostado es utilizar temperaturas más bajas y tener tiempos de tostado más largos para potencializar las propiedades organolépticas en el producto terminado. Debido a esto, la temperatura de tostado será modificada a 120-140°C con un tiempo aproximado de 13-15.5 minutos. Además, la humedad final del grano será de un 4%, asegurando así que el nivel de amargura sea controlado en el producto semielaborado.

De la misma forma, el proceso de descascarillado no se realizará de forma manual. Para esto, se dispondrá de una descascarilladora que, a través de un motor, rompe el grano, separándolo así de la cáscara. Con ayuda de un ventilador incorporado, se utiliza el aire como fluido de arrastre para separar la cáscara del grano. Este equipo reduce el tiempo de operación más de tres veces y puede ser regulado para admitir cierta cantidad de cáscara en el nib. En el caso del proceso propuesto, se sugiere que la cantidad de cáscara remanente en el nib sea de menos de 2,2% debido


a que la cáscara también aporta al nivel de amargura del producto semielaborado y el producto terminado.

En cuanto a la operación de molienda, se recomienda utilizar molinos de discos, debido a que estos pueden ser graduados de una forma más precisa para un tamaño de partícula deseado. Además, se sugiere dividir la operación en dos etapas, de modo que en la primera se logre alcanzar una reducción del 90% y en la segunda molienda se logre alcanzar una reducción a un tamaño de partícula de 25µm o menos. De esta forma, se sustituirá el refinado y se podrá acortar el tiempo de cada etapa de molienda, aprovechando así de mejor forma los molinos disponibles.

Por último, no se utilizará el método de empaque al vacío. Existe otra alternativa para empacar el producto, en la cual se hace el empaque en caliente. Cuando se tiene la pasta de cacao caliente, se puede empaquetar, logrando la pasteurización del producto con las altas temperaturas. Utilizando las bolsas adecuadas y una selladora de termostato automático se logra preservar el producto y alargar el tiempo de vida del mismo sin necesidad de utilizar preservantes o incurrir al vacío. Las bolsas deben ser llenadas en caliente y selladas por una banda de calor, a una temperatura de pasteurizado, 70°C. Para poder llevar a esta temperatura a la pasta de cacao, se tendrá un tanque enchaquetado con agitación para poder lograr un aumento en su temperatura hasta poder alcanzar la temperatura de pasteurización. Una vez alcanzada dicha temperatura, se puede proceder a empacar en presentaciones de 5kg para poder ser usada como materia prima en los procesos de producción de los clientes. En empaques de alta capacidad, se recomienda hacer uso de un doble sello para evitar cualquier tipo de derrame en su transporte. Estas bolsas serán empacadas en cajas como empaque secundario, para facilitar el transporte y manipulación de las mismas durante el proceso de transporte y almacenamiento. Se podrá almacenar 5 paquetes en cada caja. Este tipo de empaque es fácil de estibar y de almacenar en estanterías dentro de una bodega seca y a temperaturas bajas, entre 19-27°C.



2. Descripción de equipos y materiales principales

Cuadro 42. Descripción de equipos y materiales propuestos

Equipo/Material	Función
<p data-bbox="201 1525 443 1615">Bolsas de almacenamiento de granos GrainPro</p> 	<p data-bbox="512 1525 1377 1906">Bolsas elaboradas de polietileno multicapa de alta resistencia. Serán utilizadas para asegurar que el grano mantenga su porcentaje de humedad a lo largo del tiempo de almacenamiento y así poder alargar su tiempo de vida. Debe tener una barrera impermeable a los gases y humedad. Estas bolsas generalmente son utilizadas para el almacenamiento de granos secos y permiten poder almacenarlos por períodos de hasta un año sin riesgo a que se humedezcan (GrainPro, 2021). Se recomienda adquirir bolsas de 15kg para el almacenamiento de la materia prima, de forma que se conserven las propiedades de la misma sin riesgo a comprometerla antes de que esta sea utilizada en el proceso de producción.</p>

Equipo/Material	Función
<p data-bbox="201 271 459 327">Medidor de humedad de granos</p> 	<p data-bbox="510 271 1378 645">Higrómetro portátil especialmente diseñado para medir la humedad en una variedad de granos, incluido el cacao. Estos aparatos hacen un ajuste según la temperatura del grano para proporcionar medidas más precisas. Para poder utilizar este aparato, se llena la cámara con el grano a evaluar, se cierra la cámara colocando la tapa y luego se selecciona la opción del menú que corresponde al grano evaluado. Se debe esperar a que la lectura se estabilice y la lectura se toma directamente de la pantalla. La función principal de este equipo será verificar que la humedad del grano esté por debajo del 8.5% antes de que sea sometido al proceso de tostado. (Suministros en Metrología, 2021).</p>
<p data-bbox="201 689 491 745">Báscula electrónica con plataforma</p> 	<p data-bbox="510 689 1378 958">Las básculas con plataforma se usan comúnmente para pesar masas altas. Este tipo de balanzas son convenientes de utilizar cuando la materia prima viene en presentación de sacos. Es importante tener una calibración y mantenimiento de equipos adecuada para asegurar que tenga una lectura precisa y exacta. Esta se utilizará para pesar la materia prima y las salidas del producto en los distintos equipos. Además, también se utilizará para poder dosificar de forma manual 5 kg de pasta de cacao en cada bolsa a producir (Prociencia, 2008).</p>
<p data-bbox="201 1272 384 1305">Horno tostador</p> 	<p data-bbox="510 1272 1378 1541">En el horno tostador se potencializan los aromas y notas de sabor del grano de cacao. Es importante el control de la temperatura. Los granos en el interior se mantienen en rotación, gracias al giro del tambor, para asegurar el tueste uniforme de los granos. Estos hornos cuentan con una tolva para la introducción de la materia prima, controles de temperatura y tiempo, mirilla y abertura para muestreo y área de descarga del grano, en donde se rotan los granos para lograr disminuir la temperatura de los mismos (Delani, 2021).</p>
<p data-bbox="201 1709 419 1742">Descascarilladora</p> 	<p data-bbox="510 1709 1378 1910">Este equipo hace un trabajo mecánico en el que se rompe el grano de cacao y este se separa de la cáscara o la testa con ayuda de aire. La descascarilladora puede ser adaptada para hacer una separación por tamaño de partícula y el porcentaje de cáscara que puede ser admitido en el nib. Además, se puede dar una segunda pasada al grano para asegurar una mejor limpieza del nib (Delani, 2021).</p>

Equipo/Material	Función
<p data-bbox="204 271 405 293">Molino de discos</p> 	<p data-bbox="515 271 1378 607">Este equipo tendrá como alimentación los nibs de cacao, en los que sufrirán de acción mecánica de los discos de molino que llevarán a cabo una reducción de partícula a un tamaño menor a los 25 μm. En este proceso, la fricción libera los aceites contenidos en el nib, dando como resultado la formación de una pasta. Es posible regular el tamaño de salida de partícula, al hacer un ajuste en el espaciamiento de los discos. Además, se puede dar una molienda en varias etapas para hacer esta etapa más eficiente (Delani, 2021).</p>
<p data-bbox="204 719 416 775">Marmita de acero inoxidable</p> 	<p data-bbox="515 719 1378 1167">Para lograr un empacado ideal, en el cual se pueda usar el pasteurizado como método de preservación, se necesita que la pasta de cacao pueda llegar a alcanzar la temperatura de pasteurizado por un período corto de tiempo. Esta marmita será un tanque enchaquetado en donde se utilizará energía eléctrica para poder calentar la pasta de cacao, mientras se agita para asegurar un calentamiento uniforme. Cabe mencionar que la marmita tiene espacio de inserción para un sensor de temperatura en el cual se puede adaptar un lazo de control que permita detener el calentamiento del equipo cuando este alcance la temperatura de pasteurizado. La marmita estará compuesta de acero inoxidable para asegurar la inocuidad de la pasta producida. Este equipo tiene forma cónica y una llave en la parte inferior que permitirá la descarga fácil y dosificación en las bolsas (Soluciones Prácticas, 2018).</p>
<p data-bbox="204 1384 440 1440">Sensor y lazo de control temperatura</p> 	<p data-bbox="515 1384 1378 1653">Este es el sistema que será acoplado a la marmita para asegurar un funcionamiento automático del equipo. Esta marmita tiene un termopozo para adaptar un sensor de temperatura con un espacio de inserción de 4 pulgadas, en donde se cuenta con una rosca de media pulgada para poder adaptar el sensor de temperatura. El lazo de control estará programado para poder monitorear la temperatura de la pasta de cacao hasta alcanzar los 70°C y mantener la temperatura por algunos minutos hasta que se haga la descarga (Enersys, 2021).</p>
<p data-bbox="204 1697 459 1753">Bolsas para empacar en caliente</p> 	<p data-bbox="515 1697 1378 1966">Bolsas de plástico producidas a partir de una extrusión de 6 capas. Este tipo de empaque surge a partir de tecnologías diseñadas específicamente para ahorrarse el proceso de empaque al vacío. Son una propuesta de preservación de alimentos por medio de pasteurizado, ya que permite un aislamiento ideal del ambiente. Su diseño asegura que permanezca sellada aún cuando se empaca en caliente, soporta altas presiones y puede almacenarse de forma fácil, debido a que puede ser estibada (Zubex, 2019).</p>

Equipo/Material	Función
<p data-bbox="201 271 459 327">Selladora de termostato avanzado</p> 	<p data-bbox="512 271 1378 611">Este equipo permite el sellado de empaques muy pesados, debido a que posee una plataforma resistente con rodillos que permiten el fácil posicionamiento de la bolsa, evitando que el operario se fatigue. Además, los rodillos permiten la movilidad de la bolsa para realizar el primer y segundo sello sin dificultad. La selladora se acciona por medio de un pedal, que permite que el operario pueda sostener el empaque con las dos manos durante todo el proceso. Por último, la banda de teflón cuenta con un termostato avanzado que permite la regeneración del calor de forma rápida para alistar el equipo para el siguiente sellado (TechnoPack, 2020).</p>
<p data-bbox="201 685 400 719">Mesa de trabajo</p> 	<p data-bbox="512 685 1378 853">Estas mesas de trabajo pueden ser utilizadas para colocar el equipo de trabajo o para manipular el producto terminado. Algunas de sus ventajas es que es de fácil limpieza y de alta durabilidad. El material debe ser de acero inoxidable 304 para poder ser usado en alimentos (Imperio, 2010).</p>

3. Tamaño de la producción

En el estudio de mercado se determinó que existe un sobrenadante de 39.90TM de cacao en Guatemala, del cual este estudio pretenderá abarcar el 70% de la misma, debido a que este volumen de granos puede ser recolectado por menos centros de acopio, tal como fue determinado en el estudio de mercado. Este 70% equivale a una demanda anual de 27.93TM de pasta de cacao. Para poder cubrir con esta demanda, es necesario producir 6 lotes de 17.90 kg de pasta de cacao al día, es decir, un volumen diario de 107.42 kg de pasta de cacao.

Tomando en cuenta los tiempos de procesamiento de cada una de las operaciones necesarias, se elaboró un esquema de utilización de recursos, en donde se programó el uso de los equipos para diferentes lotes de producción. Se asumió que hay 4 semanas al mes y que se trabajará solamente durante 5 días hábiles la semana. Se decidió que a lo largo del día, se realizarían 6 lotes de producción, en donde 3 lotes se fabricarían en la mañana y 3 lotes en la tarde; dejando suficiente tiempo para que estos puedan alcanzar la temperatura de pasteurizado y ser empacados en caliente. Los turnos laborales se consideraron de 8 horas.

Tomando en cuenta el balance de masa elaborado y las pérdidas de masa que se involucran en cada etapa del proceso, se calculó la cantidad de granos de cacao que se tienen que procesar en cada lote para lograr obtener 20 kg de pasta de cacao. Tal como se muestra en el siguiente cuadro, para lograr producir 20 kg de pasta de cacao es necesario procesar 35 kg de granos de cacao, considerando que se perderá un 10% de la masa inicial en el tostado, un 30% en el descascarillado y un 1% en la molienda. .

E. Tamaño y localización de planta

1. Espacio y distribución requerida

Las necesidades espaciales principales de la línea de producción consisten en tener dos bodegas, una para almacenamiento de materia prima y otra para el producto semielaborado, y espacio para la línea de producción tipo batch. Debido a que el proceso fue diseñado para funcionar por lotes, es necesario tomar en cuenta el traslado de la materia prima de un equipo a otro y el espacio disponible para circular alrededor de los equipos, para asegurar que el operario podrá desempeñar su trabajo de forma adecuada.

Para determinar la cantidad de espacio necesaria para la bodega de materia prima, se procedió a calcular la cantidad de cacao necesaria para la producción de una quincena, partiendo de la suposición de que se recibirá materia prima del proveedor dos veces por mes. Además, se tendrá un inventario de seguridad de 15 días para poder abastecer la producción en caso de cualquier inconveniente, tomando en cuenta que el abastecimiento de los granos puede ser interrumpido por cualquier condición climática que evite su cosecha o tratamiento primario. En otras palabras, la bodega de almacenamiento de materia prima debe tener espacio suficiente para almacenar 143 sacos a la vez.

La materia prima será almacenada en sacos GrainPro para evitar que estos se humedezcan y que la materia prima deba ser descartada. Para asegurar la facilidad de transporte de los sacos, estos no se estibarán en pilas grandes, debido a que esto representaría dificultad de manejar para los operarios, considerando que cada saco pesa 65 libras en promedio. Para evitar que la materia prima esté en contacto con el suelo, se utilizarán palets en los que se estibarán 2 columnas con 5 sacos cada una. Es decir, cada palet tendrá un total de 10 sacos. En este caso, se necesitará un total de 16 palets para el almacenamiento en la bodega de materia prima. El espacio de almacenamiento se calculó en función de la cantidad de palets colocados al lado del otro.

En cuanto a la línea de producción en sí, es necesario tener los equipos alineados uno al lado de otro para poder facilitar el transporte de la descarga de un equipo a la alimentación de otro. Debido a que se estará trabajando con pesos altos, se debe tener en consideración el esfuerzo realizado por el operario y que los equipo elegidos puedan reducirlo. Además, se debe tener mesas de trabajo cuando el operario necesite realizar algún tipo de evaluación de calidad.

Por último, el espacio necesario para la bodega de producto terminado se calculó en función de cuánta pasta de cacao se producirá de forma quincenal. Se determinó que se necesitará almacenar 247 bolsas de 5kg de pasta de cacao, lo cual equivale a 50 cajas en total. Debido a la alta resistencia de las bolsas utilizadas, se puede estibar el producto, pero la altura de la pila no debe ser excedente a 5 paquetes. Para organizar el almacenamiento de las cajas, se contará con estanterías de dos divisiones que permitan almacenar las cajas y que sea fácil para el operario manipularlas y transportarlas. Además, el utilizar las estanterías proveerá un mejor aprovechamiento del espacio.

2. Localización de la planta

Para poder decidir cuál es la localización adecuada para el establecimiento de la planta, se consideraron dos factores importantes: cercanía de los proveedores y facilidad de exportación. A continuación, se muestra el mapa de las áreas en las cuales se produce cacao en Guatemala.

Figura 18. Producción de cacao en Guatemala



Fuente: Censo Agropecuario, INE 2006

Como se puede observar en el mapa anterior, se tiene la producción de cacao dividida en tres áreas principales. A pesar de que el proveedor principal para la línea de producción se ubicará en Suchitepéquez, se debe tener disponibilidad o accesibilidad a las otras dos regiones, para así poder tener abastecimiento en caso de que este no pueda cumplir. Además, se debe tener acceso a las rutas de distribución a los puertos de exportación en Guatemala, tales como Puerto Barrios. Debido a esto, se determinó que tres de los departamentos que podrían ser una alternativa adecuada para la localización de la planta son:

1. Guatemala
2. El Progreso
3. Chimaltenango

Se decidió utilizar estos, ya que estos son los tres departamentos con la ubicación estratégica que, además, cuentan con un perfil industrial más desarrollado que otros departamentos del área. Para poder evaluar cuál sería una mejor alternativa, además de evaluarse la cercanía a los puntos de abastecimiento y punto de exportación, también se analizaron factores como la disponibilidad de mano de obra, la accesibilidad al departamento, el costo de energía eléctrica y el costo de un terreno por metro cuadrado. A cada uno de estos factores se les dio una ponderación en función de su importancia relativa con el proyecto. Posteriormente, se calificó cada una de las posibles localizaciones en una escala del 1-10. Del método de ponderación de factores, Chimaltenango fue el departamento escogido para la ubicación de la planta.

F. Estructura organizacional

Además de la descripción de las actividades necesarias para el funcionamiento adecuado de la planta propuesta, es necesario evaluar la cantidad de recurso humano necesario para poder llevar a cabo dichas actividades. Tomado en cuenta el tamaño de la demanda determinada en el estudio de mercado, las operaciones necesarias determinadas en el estudio técnico y la disponibilidad de recursos como tiempo, materia prima y equipos, se determinó que es necesario tener mínimo 8 personas en labor. De estas, cinco personas formarán parte de los técnicos encargados del proceso de producción y las otras tres personas estarán a cargo de la planeación estratégica, venta y logística de cadena de suministros de la empresa.

De la distribución de recursos según las dos jornadas al día, se pudo determinar que se necesitaría un total de cinco operarios para llevar a cabo el proceso de fabricación de pasta de cacao, directamente en planta. A continuación, se detallan las responsabilidades que cada uno tendría en el proceso.

Cuadro 43. Perfil de puestos de operarios de planta

Puesto	Objetivo del puesto	Principales responsabilidades
Encargado del tostado (1)	<ul style="list-style-type: none"> - Velar porque la materia prima que se utilice en el proceso cumpla con los estándares de calidad. -Asegurarse de que el grano sea sometido a un tostado adecuado, que permita potencializar sus propiedades organolépticas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Realizar una evaluación de la materia prima, muestreando los granos y llevando trazabilidad del origen, porcentaje de fermentación y humedad de cada lote. -Asignar el tiempo y temperatura de tostado adecuado, según el perfil del grano. -Monitorear el grado de tostado del grano a través del tiempo. -Determinar el momento en el que el grano ha terminado su perfil de tostado y está listo para ser procesado.
Encargados de transformación secundaria (2)	<ul style="list-style-type: none"> -Controlar que el descascarillado se esté dando de la forma óptima, para evitar que el sabor del producto se vea afectado. -Llevar a cabo ambas moliendas, monitoreando la textura de la pasta. 	<ul style="list-style-type: none"> -Recibir el grano tostado e introducirlo a la descascarilladora. -Asegurarse de que la mayor parte de la cáscara sea separada del grano. -Introducir los nibs al molino. -Repetir la molienda una segunda vez hasta tener la formación de la pasta. -Determinar cuando la consistencia de la pasta es la adecuada para ser empacada o si es necesaria una tercera molienda.
Encargado de empaque (1)	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluar la calidad del producto. -Empacar el producto final. 	<ul style="list-style-type: none"> -Realizar pruebas de tamaño de partícula, temperatura y pH del producto terminado. -Dosificar la pasta de cacao en las bolsas y sellarlas.
Encargado de bodega y producto terminado (1)	<ul style="list-style-type: none"> -Llevar el control y organización de las bodegas de materia prima y producto terminado. -Reportar los niveles de inventario, según los máximos y mínimos establecidos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Llevar el control de inventarios de materia prima y producto terminado (FIFO). -Requerir la orden de compra de materia prima cuando los niveles sean bajos. -Organizar las bodegas, asegurándose de que la materia prima y producto terminado sean almacenados en buenas condiciones.

Adicional al personal de planta, se debe tomar en cuenta a otros tres trabajadores necesarios para la operación. Estos operarios tendrán la responsabilidad de toma de decisiones y de análisis de mercado para poder mantener la producción alineada con las tendencias del mercado. A continuación, se detallan las responsabilidades específicas para cada uno.

Cuadro 44. Perfil de puestos del equipo administrativo

Puesto	Objetivo del puesto	Responsabilidades del puesto
Ingeniero de producción (1)	-Coordinar y planificar la operación general del proceso. -Evaluar las métricas y desempeño del equipo.	-Planificar la producción semanal. -Autorizar las órdenes de compra. -Evaluar el desempeño de las ventas y evolución del mercado. -Investigación y desarrollo de nuevas tendencias.
Encargado de compras (1)	-Asegurar el abastecimiento de granos de cacao suficiente para cubrir la producción programada.	-Monitorear los niveles de inventario. -Dar seguimiento a problemas en requerimientos de materia prima. -Monitorear la trazabilidad de la materia prima. -Emitir órdenes de compra cuando los niveles de materia prima alcancen los niveles mínimos definidos.
Comercializador internacional (1)	-Encargado de las ventas y cobros de las mismas.	-Buscar y consolidar clientes potenciales en mercados internacionales. -Dar seguimiento a los volúmenes de consumo de los clientes. -Vender la pasta de cacao producida. -Brindar asistencia técnica en función de las necesidades del cliente.

G. Cadena de suministros

Figura 19. Cadena de suministros de la línea de producción propuesta



1. Recolección de materia prima: el proyecto propone reducir la cantidad de proveedores de granos de cacao, con el fin de establecer una relación sólida cliente-proveedor en la cual se establezcan bases claras de calidad y estándares de admisión del grano al proceso. Al reducir la cantidad de centros de acopio, se aumenta la trazabilidad de cada lote de cacao y así poder llevar un control más alto de las prácticas que cada centro realiza y cómo estas impactan la calidad del grano utilizado.
 - a. Se establecerá una relación directa con los proveedores y se tendrá como objetivo reducir la cantidad de proveedores al mínimo, sin comprometer la disponibilidad de la materia prima a lo largo del año.

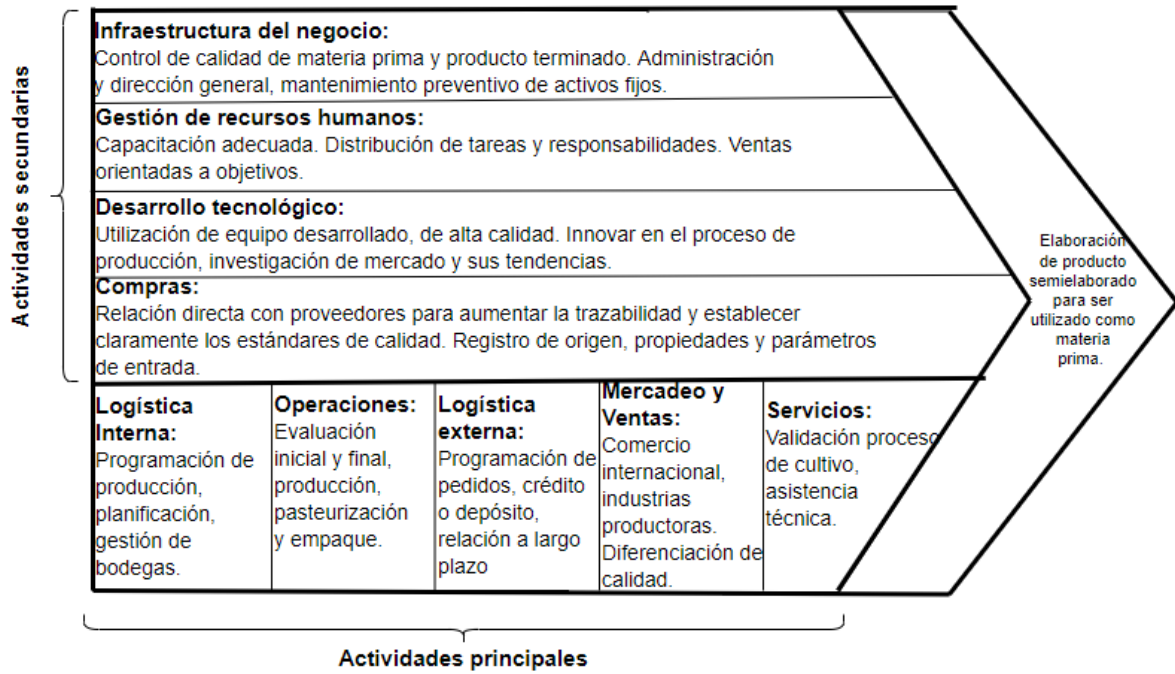
- b. Los granos serán transportados por vía terrestre a las bodegas de almacenamiento de materia prima.
 - c. Se recibirá materia prima dos veces al mes, brindándole una mejor planificación de la cantidad de grano demandada al proveedor y abriendo la oportunidad a calendarizar de mejor forma el procesamiento de cada lote. En función de la demanda, se debe contar con un ingreso de 71.4 sacos de cacao seco, el equivalente a 4,641 libras para poder cubrir la producción de esas dos semanas.
 - d. Debido a que la disponibilidad de la materia prima está sujeta a condiciones climáticas cambiantes, se tendrá el almacenamiento de un inventario de seguridad para cubrir la producción de 15 días para así evitar cualquier desabasto en el año.
2. Almacenamiento de materia prima: al llegar a la bodega de materia prima, se realizarán pruebas de grado de fermentación y porcentaje de humedad para poder aceptarla. En esta etapa se decidirá si el grano posee las características adecuadas para ser usado en el proceso. Una vez aceptado, el grano será almacenado en bolsas especiales GrainPro que evitarán la alteración de humedad del mismo y así se reducirá la cantidad de dinero perdido por materia prima rechazada por niveles altos de humedad.
- a. Cualquier lote de granos que llegue a la empresa con un porcentaje de humedad por arriba del 8.5% será rechazado para que pueda ser reprocesado por el proveedor.
 - b. Las bolsas de granos serán almacenadas en pilas de 5 bolsas, en palets de 2 pilas cada uno.
 - c. Dentro de la empresa, se tendrá una política de inventarios FIFO, en donde el cacao que lleva más tiempo de almacenamiento sea el que se procesa de primero para reducir el tiempo en anaquel y así reducir el riesgo de descarte por humedad en tiempos de almacenamiento más prolongados.
3. Procesos de producción: dentro del proceso de transformación, el grano sufrirá un tueste, descascarillado y una reducción de tamaño. En todas estas etapas, se monitoreará tanto la temperatura, el tiempo de proceso y las características organolépticas del nib en sus distintas formas dentro del proceso. En todo proceso, se mantendrá claro el hecho de que este producto tiene como fin ser utilizado como materia prima para la elaboración de otros productos terminados.
- a. Los subproductos del proceso deberán ser aprovechados. La cascarilla podrá ser utilizada como abono y la merma de pasta de cacao puede ser vendida localmente a productores nacionales pequeños.
 - b. La pasta de cacao producida se someterá a un incremento en su temperatura para poder así realizar un proceso de pasteurizado, alargando así el tiempo de vida del proceso y asegurando que pueda ser transportado sin una temperatura específica sin alterar su inocuidad.
 - c. El empaque está diseñado para ser empacado en caliente, reduciendo el tiempo de producción y asegurando un mayor tiempo de vida.
 - d. El producto será empacado en bolsas especiales, en presentaciones de 5kg, para que pueda ser más conveniente para la industria utilizarlo en sus procesos de transformación.
 - e. El producto final tendrá como empaque secundario cajas de cartón. En cada caja se almacenarán cinco bolsas de pasta de cacao. Esto permitirá facilitar la manipulación del producto terminado y su transporte.
4. Exportación: Una vez al mes, se tendrá una exportación del producto terminado al mercado europeo. Se trabajará en función de una planificación de compra mensual para poder abastecer la demanda de una mejor forma. La exportación será realizada por una naviera nacional, por medio de embarques consolidados para reducir el costo de transporte.

- a. El arancel que se pagará por exportación de productos semielaborados a partir de cacao es del 10% según la SAT.
 - b. El producto será exportado en cajas de 5 bolsas de 5 kg cada una.
 - c. Los requisitos para poder exportar el producto son los siguientes:
 - i. Registrar la empresa en el Banco de Guatemala.
 - ii. Inscribir la empresa dentro del Sistema Electrónico de Aprobación de Exportaciones (SEADEx), proporcionando toda la documentación en el portal en línea.
 - iii. Tramitar la solicitud de exportación.
 - iv. Tramitar licencias adicionales por exportación de productos alimenticios.
 - d. El incoterm de las exportaciones será: DAT (delivered at terminal) debido a que la responsabilidad de nuestra distribución terminará en el puerto guatemalteco.
(Cámara de Comercio de Guatemala, 2014).
 - e. Lo que cada exportación debe incluir es lo siguiente:
 - i. Tramitar el certificado de origen con la cámara de comercio en Guatemala, para poder certificar que el proceso de producción del grano cumple con los requerimientos de calidad y es producido dentro del territorio nacional.
 - ii. Factura comercial del producto, en el idioma que facilite la comunicación con el país importador.
 - iii. Incluir la lista de empaque por fuera de las cajas, especificando qué se está transportando, la cantidad de bolsas por bulto y las características principales del producto.
 - iv. Tener disponibles todos los documentos de transporte requeridos desde Guatemala hasta llegar al país de importación.
 - v. La declaración única aduanera y la declaración para el registro y control de exportación nacional que la acompaña.
(Cámara de Comercio de Guatemala, 2014).
5. Transformación terciaria: en el mercado internacional, la pasta de cacao será utilizada como materia prima para poder fabricar productos terminados derivados del chocolate. Los clientes principales del producto son empresas de nicho que se enfocan en producir productos de una calidad superior dirigida a un mercado más reducido.
- a. Para poder llevar a cabo la comercialización del producto, se invertirá en enviar al representante de ventas de la empresa una vez al año a la convención internacional de cacao, para poder establecer contactos estratégicos y relación comercial con clientes potenciales para así ir aumentando la producción.
6. Consumidor final: el producto terminado se comercializará a consumidores finales que buscan productos derivados del chocolate con una alta calidad y notas de sabores más finas.

H. Cadena de valor

Para poder resumir el estudio técnico que se realizó para el análisis de la línea de producción, se elaboró la siguiente cadena de valor en donde se detallan las principales actividades y pilares en el funcionamiento de esta.

Figura 20. Cadena de valor propuesta



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3 ESTUDIO FINANCIERO

A. Inversión inicial

Para poder evaluar el factor económico del proyecto, primero se analizó la inversión inicial. Esta se subdividió en tres diferentes factores: inversión en maquinaria y equipo e inversión en facilidades. En el caso de la inversión en maquinaria y equipo fue necesario primero realizar una recopilación de distintas alternativas de proveedores nacionales e internacionales de los equipos necesarios, así como su costo incluyendo compra e instalación. Las alternativas evaluadas se muestran en el Cuadro 67. A partir de esta información, se decidió qué proveedor o equipo se adecuaría de mejor forma al proyecto, considerando el precio, la disponibilidad de asistencia técnica y repuestos y las características adecuadas en el proceso de producción.

Cuadro 45. Alternativas de proveedores nacionales e internacionales para los equipos necesarios.

Equipo y capacidad	Proveedor	Características o especificaciones	Costo
Horno tostador	Diedrich Roasters CR-35	Capacidad: 35kg por batch Dimensiones: 3175 x 17781 x 2363 mm Consumo energético: 200-240V 3PH o 380-480V 3PH Temperatura máxima: 252°C	Q20,330.00
	Centoventi ROASTER 120	Capacidad: 50kg Dimensiones: 2117 x 1001 x 1711 mm Consumo energético: 400 V. trifásico - 50 Hz. Consumo eléctrico: 3.5 Kw - 64 A	Q30,047.00
	Delani Roasty 35	Capacidad: 35 kg Dimensiones: 1100 x 620 x 1600 mm Consumo energético: 1.1 kW	Q25,409.00
Medidor de humedad de granos	AgraTronix Coffee Tester	Rango de lectura: 4%-20% Resolución de visualización de humedad: 0.1% Baterías: 9V Rango de temperaturas: 32°-113°F	Q3,650.00
	Draminski TwistGrain Pro	Rango de lectura: 4%-20% Baterías: 1.5V	Q5,500.00
	Agratronix MT-Pro	Rango de lectura 4-40% Baterías: 5V	Q3,029.00

Equipo y capacidad	Proveedor	Características o especificaciones	Costo
Báscula de plataforma	Mettler Toledo PBD769	Tamaño de la plataforma: 600 x 800 mm Capacidad máxima: 60 kg Capacidad mínima: 40 g Error de indicación típico: 1.7%	Q4,340
	TRUPPER 15725 BAS-100 PLA	División mínima: 20g Pesada mínima: 0.4kg Medidas de plataforma: 30x40cm Batería recargable: 150h Capacidad máxima: 100kg	Q1,025
	RNHO Prociencia	Medidas de plataforma: 32x42cm Capacidad máxima: 100 kg batería recargable: 100 h	Q3,500
Descascarilladora	MAQUIAGRO DESC-100	Potencia: 2.75 V Capacidad: 45kg/hora Voltaje: 220 Motoreductor: 2HP Ventilador: 0.75 HP	Q13,620
	DELANI WINDCRACKER 50	Capacidad: 45 kg/h Tasa de descascarillado: 98.5% Potencia: 3kW Dimensiones: 1570 x 670 x 1530 mm Material: Acero inoxidable 304	Q14,230
Molino de discos	MAQRITO	Motor de 2.2 kW 3HP Velocidad: 1420 RPM Capacidad de procesamiento: 25 kg/h	Q8,928
	FISCHER INOX-1	Potencia: 5HP Productividad: 50 kg/h Motor trifásico Dimensiones: 520 x 290 x 450 mm	Q5,300
Marmita de acero inoxidable	Fischer Marmita Volcable 20 galones	Agitador. 3RPM Capacidad: 20 galones Voltaje: 220 Suministro trifásico Temperatura máxima: 150°C Consumo energético: 3kW	Q13,640
Sensor y lazo de control de temperatura	Cotización enersys	Control de temperatura Novus -100 a 240 VAC -Salida: 1 relé electromagnético -Entrada: 1 TC y PT 100 Sensor de temperatura PT 100: -Vastago ¼ diámetro, 4" largo -Rosca a proceso de ½ NPT -Rango de temperaturas: 0-150°C -Material: acero inoxidable	Q1,190

Equipo y capacidad	Proveedor	Características o especificaciones	Costo
Selladoras de termostato avanzado	Jorestech E-MSF-600PN	Largo de banda: 600mm Máximo ancho de bolsa recomendado: 585mm Ancho del sello: 10mm Dimensiones de la plataforma: 270mm x 830mm Capacidad máxima de la banda: 50 kg Voltaje: 220 V Dimensiones: 940 x 686 x 1422 mm	Q16,311
	Jorestech MSF-450-P	Ancho de banda: 450 mm Máximo de ancho de bolsa recomendado: 457 mm Ancho de sello: 8mm Dimensiones: 457 mm x 445 mm x 880 mm Voltaje: 110 V	Q3,500.00
Mesa de trabajo o porta equipo de acero inoxidable	Soluciones en Acero Modelo 48	Dimensiones: 1.2 x 0.60 x 0.60 m Material: Acero inoxidable 304 Soportes plásticos de altura ajustable Grosor: 1.2mm Patatas de tubo redondo	Q1,605
Mesa de trabajo con salpicadera	Soluciones en Acero Modelo L	Soportes plásticos de altura ajustable Grosor: 1.2mm Patatas de tubo redondo Largo: 1.83 m	Q2,586

Cuadro 46. Inversión en maquinaria y equipo

Equipo	Costo Unitario (Q)	Cantidad	Costo total (Q)
Horno tostador, 35 kg	Q20,330	1	Q20,330
Medidor de humedad de granos	Q3,029	1	Q3,029
Báscula de plataforma	Q1,025	2	Q2,050
Descascarilladora	Q13,602	1	Q13,620
Molino de discos	Q5,300	2	Q10,600
Marmita	Q13,640	1	Q13,640
Sensor y lazo de control de temperatura	Q1,190	1	Q1,190
Selladora de pie	Q3,500	1	Q3,500
Mesa de trabajo o porta equipo	Q1,605	3	Q4,815
Total			Q72,774

En cuanto a la inversión de facilidades, aún cuando no se va a adquirir un terreno, sí se debe tomar en cuenta la construcción y la inversión que se tendrá que asumir para adecuar el espacio en un terreno para la línea de producción. El terreno que se arrendará deberá tener suficiente espacio para la bodega de almacenamiento de materia prima, la línea de producción y la bodega de almacenamiento para producto terminado. En total, se necesita la disponibilidad de 88.74 metros cuadrados para la construcción de las instalaciones. En esta sección, se utilizó el método de factores de conversión de equipo entregado a inversión inicial propuesto por Perry, et al. en la sección 5. En este método, se utilizan factores ya preestablecidos para cada uno de los rubros de instalación propuestos. De esta forma, se calculó la cantidad de recursos monetarios necesarios para la instalación del equipo y adecuación de los espacios antes de iniciar la producción. Para este análisis, se utilizó el promedio de los factores propuestos para las plantas de procesamiento de sólidos, en terreno virgen asumiendo construcción de 0.

Cuadro 47. Total de inversión en activos fijos, incluyendo la compra del equipo

Equipo entregado	1	Q 72,774.00
Instalación	0.21	Q 15,282.54
Tuberías	0.15	Q 10,916.10
Instalación eléctrica	0.19	Q 13,827.06
Instrumentación	0.075	Q 5,458.05
Edificio y servicios	0.19	Q 13,827.06
Excavación	0.105	Q 7,641.27
Auxiliares	0.22	Q 16,010.28
Total planta física	2.14	Q 155,736.36
Gastos de campo	0.11	Q 8,005.14
Costos directos de la planta	2.25	Q 163,741.50
Horarios, gastos indirectos contratista	0.315	Q 22,923.81
contingencias	0.26	Q 18,921.24
Inversión total en capital fijo	2.825	Q 205,586.55

Se estimó que la inversión en equipo, instalación y adecuación de planta asciende a los Q205,486.55. Para fines de este estudio, se asumió una tasa de depreciación anual lineal a 5 años, lo cual representa Q41,097.31. Esta depreciación será considerada como un costo indirecto de fabricación.

B. Costos de producción

Para poder estimar los costos mensuales de producción, se utilizaron los rendimientos que se obtuvieron en el estudio técnico en las pruebas piloto. En este, se consideran la mano de obra directa, los materiales directos de fabricación, y los costos indirectos de fabricación. Los cálculos se hicieron de forma mensual.

Debido a que en el estudio técnico se determinó que se tendrían jornadas de trabajo de 8 horas, esta fue la base que se utilizó para el cálculo del costo de mano de obra directa. La mano de obra directa está compuesta por los cinco operarios encargados del proceso de producción de manera directa. El salario mínimo para el ministerio de trabajo, en el 2021, es de Q2,581.77 al mes para empresas exportadoras. Debido a que los operarios estarán trabajando bajo planilla, las

prestaciones que serán tomadas en cuenta en el cálculo de sus salarios se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 48. Prestaciones para trabajadores en planilla

Rubro	Porcentaje
Bono 14	8.33%
Aguinaldo	8.33%
Indemnización	9.72%
Vacaciones	4.17%
IGSS	10.67%
IRTRA	1.00%
INTECAP	1.00%
TOTAL	43.22%

Cuadro 49. Costos por mano de obra directa al mes

Rubro	Monto
Salario base	Q2,581.77
Bonificación incentivo	Q250.00
Bono 14	Q215.06
Aguinaldo	Q215.06
Indemnización	Q250.95
Vacaciones	Q107.66
IGSS	Q275.47
IRTRA	Q25.82
INTECAP	Q25.82
Sueldo mensual total	Q3,947.61
Costos de MOD Mensuales	Q19,738.05

Para los costos de materiales directos de fabricación, se tomó el total de unidades de pasta de cacao a producir de forma mensual, determinado en el estudio técnico. Se determinó cuántas unidades de cada material se necesitan para lograr producir las 296 bolsas de pasta de cacao que se deben producir en un mes. Al multiplicar el costo unitario por la cantidad de unidades necesarias se puede determinar los costos por materiales directos que se incurren en un mes de operación.

Cuadro 50. Costos de materiales directos de fabricación al mes

Rubro	Costo Unitario	Unidades	Costo Total
Granos de cacao	Q40 /kg	4,200 kg	Q168,000.00
Bolsas GrainPro	Q7 /bolsa	143 bolsas	Q1,001.00
Bolsas para empaque en caliente	Q4.50 /bolsa	296 bolsas	Q1,332.00
Cajas de cartón	Q10 /caja	60 cajas	Q600.00
Costos de MDF mensuales			Q170,933.00

Para poder calcular los costos indirectos de fabricación, se tomó en cuenta la depreciación de los activos y el consumo de energía eléctrica. Tal como se mencionó al inicio de este estudio financiero, se considerará una depreciación lineal a 5 años. Debido a esto, la depreciación anual tiene un monto de Q41,097.31 lo cual representa Q3,424.77 al mes. Para calcular el costo por energía eléctrica, se calculó el consumo energético de cada equipo, tomando en cuenta el tiempo que pasa siendo utilizado en un mes. Para realizar estos cálculos, se utilizó la tarifa energética de Chimaltenango, de Q1.30 /kWh.

Cuadro 51. Costo por energía eléctrica

Equipo	Consumo energético (kW)	Uso mensual (hrs)	Consumo mensual (kWh)	Cantidad de equipos	Costo mensual (Q)
Horno tostador + unidad enfriamiento	1.30	40	52	1	Q67.60
Báscula de plataforma	0.006	10	0.06	2	Q0.16
Descascarilladora	1.30	90	117	1	Q152.10
Molino de discos	1.12	50	56	2	Q145.60
Marmita	4	40	160	1	Q208.00
Sistema control de temperatura	0.05	40	2	1	Q2.60
Selladoras	0.4	30	12	2	Q31.20
Costos por energía eléctrica mensuales					Q607.26

Otros costos indirectos de fabricación que fueron considerados fueron el equipo de seguridad industrial para los operarios y los insumos necesarios para la limpieza del área de producción y de los equipos.

Cuadro 52. Costos indirectos de fabricación

Insumo	Cant. Anual	Costo Unitario (Q)	Costo Anual (Q)	Costo Mensual (Q)
Botas de hule	10	Q200.00	Q2,000.00	Q166.67
Overall	10	Q150.00	Q1,500.00	Q125.00
Cofias	1,200	Q0.50	Q600.00	Q50.00
Lentes de seguridad	10	Q22.00	Q220.00	Q18.33
Guantes de nitrilo	1,200	Q1.00	Q1,200.00	Q100.00
Escobas	6	Q20.00	Q120.00	Q10.00
Trapeador con base metálica	2	Q100.00	Q200.00	Q16.67
Repuestos de trapeador	11	Q45.00	Q495.00	Q41.25
Desinfectante en galón	24	Q25.00	Q600.00	Q50.00
Limpiadores	96	Q5.00	Q480.00	Q40.00
Jabón en galón	24	Q25.00	Q600.00	Q50.00
Amonio cuaternario en galón	12	Q150.00	Q1,800.00	Q150.00
Rollo de papel toalla	12	Q115.00	Q1,380.00	Q115.00
Costos Indirectos de Fabricación Mensuales				Q932.92

Una vez establecidos los costos por mano de obra directa, materiales directos de fabricación y costos indirectos de fabricación de forma mensual, se procedió a calcular el costo unitario. Asumiendo que, tal como se indicó en el estudio técnico, al mes se producen 496 bolsas de pasta de cacao, el cálculo del costo de fabricación de una bolsa se muestra en la siguiente cuadro.

Cuadro 53. Costo unitario

Rubro	Costo Mensual (Q)	Costo por unidad (Q)
<i>Costos Variables</i>		
Salarios	Q19,738.05	Q39.79
Materiales	Q170,933.00	Q344.63
Costo por energía eléctrica	Q607.26	Q1.22
Costos indirectos de fabricación	Q932.92	Q1.88

Costo de producción unitario	Q423.93
<hr/>	
<i>Costos fijos</i>	
<hr/>	
Depreciación	Q3,424.78
Fletes a puerto	Q3,000.00

C. Gastos administrativos y otros

1. Salarios

Adicional a los 5 operarios de planta, en el estudio técnico, se consideró tener tres trabajadores adicionales que se encarguen de actividades auxiliares al proceso de producción. Uno de los trabajadores estará a cargo de la operación en general. Los otros dos colaboradores tendrán tareas más específicas a un área, uno enfocado en ventas y el otro en compras. Estos colaboradores también estarán inscritos en planilla y el detalle del pago se dará como lo indicado en el Cuadro 70.

Cuadro 54. Costos por mano de obra indirecta

Rubro	Ingeniero de producción	Encargado de compras	Encargado de ventas
Salario base	Q3,000	Q3,000	Q3,000
Bonificación incentivo	Q2,000	Q1,500	Q1,500
Bono 14	Q249.90	Q249.90	Q249.90
Aguinaldo	Q249.90	Q249.90	Q249.90
Indemnización	Q291.60	Q291.60	Q291.60
Vacaciones	Q125.10	Q125.10	Q125.10
IGSS	Q320.10	Q320.10	Q320.10
IRTRA	Q30.00	Q30.00	Q30.00
INTECAP	Q30.00	Q30.00	Q30.00
Sueldo mensual total	Q6,296.60	Q5,796.60	Q5,796.60
Total de costos mano de obra indirecta mensual			Q17,889.80

Tal como se mencionó en el estudio técnico, para poder comercializar el producto es necesario invertir en un viaje a la convención internacional de cacao, en donde el representante de ventas tendrá como objetivo establecer nuevas relaciones comerciales y fortalecer las relaciones actuales. En la siguiente cuadro, se especifica el presupuesto designado para este rubro y además los gastos adicionales de operación.

Cuadro 55. Proyección de gastos administrativos

Rubro	Costo mensual (Q)	Costo anual (Q)
Viajes	---	Q15,000.00
Alquiler de terreno	Q4,000.00	Q48,000.00
Mantenimiento de página de internet	Q500.00	Q12,000.00
Servicio contable	Q500.00	Q6,000.00
Servicio de luz para oficina	Q200.00	Q2,400.00
Agua	Q50.00	Q600.00
Internet y línea fija	Q320.00	Q3,840.00
Material de oficina	Q100.00	Q1,200.00
Totales	Q5,670.00	Q99,040.00

D. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es útil para determinar cuántas unidades deben ser vendidas al mes para poder cubrir los costos operativos. Para poder establecer el punto de equilibrio, se debe de establecer cuál será el precio de venta del producto. Tal como se determinó en el estudio de mercado, la onza de una pasta de cacao de alta calidad se vende a Q5.46, por lo que si se asume que la pasta de cacao que se produce en el proyecto se venderá al mismo precio que la de la competencia, el precio de venta de esta debería de ser de aproximadamente Q100.00 el kilogramo. Debido a que la presentación final del producto es de 5kg, el precio de venta será de Q500.00. A continuación, se presenta el resumen del punto de equilibrio, el cual fue encontrado usando la función de hipótesis del solver en excel.

Cuadro 56. Análisis de punto de equilibrio

<i>Costos</i>	
Inversión CF	Q 205,586.55
Costos fijos	Q 6,424.78
Costos variables	Q 423.93
Gastos	Q 116,929.80
Costos totales	Q 2,162,094.98

<i>Ingresos</i>	
Ingreso Unitario	Q 500.00
Ingresos Totales	Q 2,162,094.98

Punto de equilibrio (bolsas)	4324.189957
------------------------------	-------------

Se determinó que para cubrir los egresos, se deben producir y vender 4325 bolsas de pasta de cacao. Dicha producción se alcanza luego de 173 días de producción. Si se considera que se trabaja 5 días a la semana, y se asume que cada mes tendrá 4 semanas, se necesitan 9 meses de operación para lograr llegar al equilibrio. Esto significa que el proyecto recupera su inversión inicial en el primer año de operación, pero se debe analizar si el margen bruto es suficiente para cubrir los gastos administrativos de la producción y al mismo tiempo proponer una tasa de retorno atractiva al inversionista en los siguientes años de operación. Para poder evaluar la rentabilidad de una forma más completa, es importante tomar en cuenta los años posteriores de operación, por lo que el siguiente paso en la evaluación financiera del proyecto es poder estimar los gastos mensuales del mismo y realizar proyecciones del funcionamiento del negocio en los primeros 5 años de operación.

E. Estado de resultados

Como una primera aproximación al análisis financiero del proyecto, se asumió una inflación del 4% anual, tomando en cuenta el histórico de Guatemala. Este análisis se realizó en un período de 5 años, debido a que es un proyecto que se busca que tenga un período de recuperación bajo. Se asumió, para el escenario base, que no se iba a tener un incremento o fluctuación en la demanda ni en los precios. En este estudio, se consideraron como ingresos las ventas de la demanda identificada en el estudio de mercado; es decir 5,952 bolsas de 5kg de pasta de cacao anualmente. Los rubros que fueron considerados en este estudio fueron clasificados dentro de costos, utilidades bruta y neta e impuestos. Dentro de los costos se consideraron tanto los costos de producción como los administrativos, los cuales fueron explicados anteriormente en este estudio financiero. Los impuestos considerados fueron el impuesto al valor agregado (12% compensado entre débitos y créditos), el impuesto de solidaridad (1% de los activos netos) y el impuesto sobre la renta (25% sobre la utilidad antes de impuestos).

Cuadro 57. Estado de resultados de escenario base

Año	0	1	2	3	4	5
<i>Precio de venta unitario</i>	Q500.00	Q500.00	Q520.00	Q540.80	Q562.43	Q584.93
<i>Bolsas vendidas</i>	5952	5952	5952	5952	5952	5952
<i>Costo unitario</i>	Q 344.63					
<i>Inflación</i>	4%					
Ingresos Totales		Q2,976,000.00	Q3,095,040.00	Q3,218,841.60	Q3,347,595.26	Q3,481,499.07
<i>Materia prima</i>	Q 170,933.00	Q2,051,196.00	Q2,133,243.84	Q2,218,573.59	Q2,307,316.54	Q2,399,609.20
<i>Mano de obra directa</i>	Q 19,738.05	Q 236,856.60	Q 246,330.86	Q 256,184.10	Q 266,431.46	Q 277,088.72
<i>Costos por energía eléctrica</i>	Q 607.26	Q 7,287.12	Q 7,578.60	Q 7,881.75	Q 8,197.02	Q 8,524.90
<i>Costos indirectos de fabricación</i>	Q 932.92	Q 11,195.04	Q 11,642.84	Q 12,108.56	Q 12,592.90	Q 13,096.61
<i>Depreciación del equipo</i>		Q41,117.31	Q41,117.31	Q41,117.31	Q41,117.31	Q41,117.31
<i>Costo por viaje</i>		Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00
<i>Gastos por transporte</i>		Q 36,000.00	Q 36,000.00	Q 36,000.00	Q 36,000.00	Q 36,000.00
<i>Gastos fijos</i>		Q325,718	Q325,718	Q325,718	Q325,718	Q325,718
Costos totales		Q2,724,369.67	Q2,816,631.06	Q2,912,582.91	Q3,012,372.83	Q3,116,154.34
Utilidad antes de impuestos		Q251,630.33	Q278,408.94	Q306,258.69	Q335,222.44	Q365,344.73
<i>ISR</i>	25%	Q0.00	Q69,602.23	Q76,564.67	Q83,805.61	Q91,336.18
Utilidad neta		Q251,630.33	Q208,806.70	Q229,694.02	Q251,416.83	Q274,008.55
<i>Inversión inicial</i>	Q 205,586.55					
<i>Activo neto</i>		Q 164,469.24	Q 164,469.24	Q 164,469.24	Q 164,469.24	Q 164,469.24
<i>Margen bruto</i>		8%	9%	10%	10%	10%
<i>Ingresos brutos</i>		Q2,976,000.00	Q3,095,040.00	Q3,218,841.60	Q3,347,595.26	Q3,481,499.07
<i>Relación ingresos/activos</i>		0.055265202	0.053139617	0.051095786	0.049130563	0.047240926
ISO a pagar		Q 411.17	Q 411.17	Q 411.17	Q 411.17	Q 411.17
<i>IVA débito</i>	12% +	Q357,120.00	Q371,404.80	Q386,260.99	Q401,711.43	Q417,779.89
<i>IVA crédito</i>	12% -	Q 247,017.97	Q 256,898.69	Q 267,174.64	Q 277,861.63	Q 288,976.09
IVA a pagar		Q110,102.03	Q114,506.11	Q119,086.35	Q123,849.80	Q128,803.80

F. Flujo de efectivo

En el flujo de efectivo, se analizaron los flujos de caja de forma anual, tomando en cuenta los rubros organizados en el estado de resultados. Este estudio también se realizó por un período de 5 años. Los aspectos importantes de este análisis es que en el primer año se tiene la inversión inicial en su totalidad, asumiendo que es un proyecto que se financiará a su totalidad por la empresa. Este flujo de efectivo se utilizó para determinar la tasa de rendimiento interna (TIR), la cual se espera que sea mayor al 10% para que el negocio sea rentable.

Cuadro 58. Estado de flujo de efectivo de escenario base

	Año	0	1	2	3	4	5
Inversión inicial		-Q 205,586.55					
Ingresos totales			Q2,976,000.00	Q3,095,040.00	Q3,218,841.60	Q3,347,595.26	Q3,481,499.07
Egresos reales			-Q 2,683,252.36	-Q 2,775,513.75	-Q2,871,465.60	-Q2,971,255.52	-Q3,075,037.03
Impuestos			-Q173,420.78	-Q184,519.51	-Q196,062.20	-Q208,066.59	-Q220,551.15
FNE		-Q 205,586.55	Q 119,326.86	Q 135,006.73	Q 151,313.81	Q 168,273.16	Q 185,910.89
Tiempo de recuperación			-Q 86,259.69	Q 254,333.59	Q 286,320.54	Q 319,586.97	Q 354,184.05
TMAR							12%
VNA							Q 328,715.48
TIR							20%

Del flujo de efectivo, se pudo apreciar de una mejor forma que la inversión inicial será recuperada en luego del primer año de operación. Además, también se determinó que el valor presente neto del proyecto es de Q328,715.48 lo cual, al ser mayor a cero, muestra que este negocio es una propuesta atractiva para la inversión. Esto se confirma, por el cálculo de la tasa interna de retorno, la cual es del 20%, dando así 8 puntos porcentuales por encima del valor esperado por los inversionistas de la empresa.

ANEXO 4 DATOS ORIGINALES

A. Caracterización de materia prima: granos de cacao de la región Suchitepéquez

Cuadro 59. Peso por lote

Lote No.	Peso ($\pm 0.05\text{kg}$)	Promedio ($\pm 0.0087\text{kg}$)
1	10.10	10.11
2	10.11	
3	10.12	

Cuadro 60. Peso de 100 almendras

Lote No.	Corrida No.	Peso ($\pm 0.005\text{g}$)	Promedio
1	1	126.720	122.323 ($\pm 0.0087\text{g}$)
	2	119.734	
	3	120.514	
2	1	115.377	115.377 ($\pm 0.0087\text{g}$)
	2	115.381	
	3	115.372	
3	1	122.564	122.570 ($\pm 0.0087\text{g}$)
	2	122.540	
	3	122.564	
Promedio general			120.090 ($\pm 0.084\text{g}$)

Cuadro 61. Número de almendras en 100 g

Lote No.	Corrida No.	Número de almendras (± 1)	Promedio (± 1)
1	1	88	84
	2	84	
	3	80	
2	1	69	58
	2	93	
	3	76	
3	1	80	81
	2	82	
	3	82	
Promedio general			74

Cuadro 62. Porcentaje de testa

Lote No.	Corrida No.	Peso de testa 10 almendras ($\pm 0.005g$)	Peso de 10 almendras ($\pm 0.005g$)	% de testa	% Promedio
1	1	1.589	12.607	12.6007	13.360 ($\pm 0.068g$)
	2	1.590	11.973	13.283	
	3	1.590	12.051	14.197	
2	1	1.713	11.538	14.845	9.885 ($\pm 0.087g$)
	2	0.856	11.538	7.418	
	3	0.853	11.537	7.391	
3	1	1.380	12.257	11.263	11.251 ($\pm 0.0079g$)
	2	1.378	12.254	11.245	
	3	1.378	12.256	11.246	
				Promedio general	11.499 ($\pm 0.033g$)

Cuadro 63. Determinación de pH de testa y cotiledón

Lote No.	Corrida No.	pH testa (± 0.01)	Promedio (± 0.01)	pH testa (± 0.01)	Promedio
1	1	4.02		3.61	
	2	4.12	4.07 (± 0.012)	4.00	3.84 (± 0.068)
	3	4.08		3.90	
2	1	4.10		3.50	
	2	4.11	4.1 (± 0.017)	3.50	3.32 (± 0.0079)
	3	4.09		2.95	
3	1	4.14		4.00	
	2	4.98	4.38 (± 0.019)	4.21	4.08 (± 0.068)
	3	4.02		4.02	
Promedio general			4.18 (± 0.018)	3.75 (± 0.11)	

Cuadro 64. Realización de prueba de corte

Lote	Prueba No.	Coloración observada	Clasificación
1	1	Marrón	Bien fermentado
	2	Marrón rojiza	Bien fermentado
	3	Marrón rojiza	Bien fermentado
	4	Marrón rojiza	Bien fermentado
	5	Marrón	Bien fermentado
	6	Marrón rojiza	Bien fermentado
	7	Marrón rojiza	Bien fermentado
	8	Marrón rojiza	Bien fermentado
	9	Marrón rojiza	Bien fermentado
	10	Marrón rojiza	Bien fermentado

Lote	Prueba No.	Coloración observada	Clasificación
2	1	Violeta	No fermentado
	2	Marrón oscuro	Sobre fermentado
	3	Marrón rojiza	Bien fermentado
	4	Marrón rojiza	Bien fermentado
	5	Marrón	Bien fermentado
	6	Marrón rojiza	Bien fermentado
	7	Marrón rojiza	Bien fermentado
	8	Marrón rojiza	Bien fermentado
	9	Marrón rojiza	Bien fermentado
	10	Marrón rojiza	Bien fermentado
3	1	Marrón oscuro	Sobre fermentado
	2	Marrón rojiza	Bien fermentado
	3	Marrón	Bien fermentado
	4	Marrón rojiza	Bien fermentado
	5	Ligeramente violeta	Fermentación parcial
	6	Marrón rojizo	Bien fermentado
	7	Marrón oscuro	Sobre fermentado
	8	Marrón	Bien fermentado
	9	Marrón rojizo	Bien fermentado
	10	Ligeramente violeta	Fermentación parcial

Cuadro 65. Determinación de Porcentaje de Humedad

Lote No.	Corrida No.	% Humedad ($\pm 0.1\%$)	% promedio
1	1	7.3	7.3 ($\pm 0.17\%$)
	2	7.3	
	3	7.3	
2	1	7.1	

	2	7.1	7.1 (±0.17%)
	3	7.2	
3	1	7.3	
	2	7.3	7.3 (±0.17%)
	3	7.3	
Promedio general			7.2 (±0.17%)

Cuadro 66. Análisis organoléptico (resultados promedio)

<i>Sabores básicos</i>	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Acidez	5	5	4
Amargo	7	7	10
Dulce	2	2	1
<i>Sabores específicos</i>	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Cacao	8	9	10
Floral	0	0	1
Frutal	1	1	1
Nuez	3	3	2

B. Parámetros y datos de las pruebas de planta

Cuadro 67. Humedad inicial de muestras

Lote No.	Humedad (±0.1%)
1	7.3
2	7.4
3	7.5

Cuadro 68. Tiempos de tostado según la temperatura

Corrida	Temperatura de tostado (0.05°C)	Tiempo de Tostado (0.05 minutos)
1	120.03	15.32
	130.01	15.00
	150.13	13.51
2	120.10	15.35
	129.78	14.87
	150.02	13.69
3	119.95	15.50
	130.02	15.10
	150.14	14.10

Cuadro 69. Porcentaje de humedad según el tiempo de tostado

Lote No.	Tiempo de tostado (± 0.05 minutos)	% Humedad ($\pm 0.1\%$)
1	10	5.5
	12	5.1
	15.32	4.3
2	10	4.9
	12	4.7
	15	4.3
3	10	4.9
	12	4.3
	13.5	4.4

C. Caracterización de producto terminado

En los siguientes cuadros, se muestran los resultados de las tres muestras, en donde la muestra 1 corresponde al grano tostado a 120.03°C, la muestra 2 a 130.01°C y la última a 150.13°C.

Cuadro 70. Tamaño de partícula y punto de fusión de la pasta de cacao producido

Lote No.	Tamaño de partícula ($\pm 0.05\mu m$)	Punto de fusión ($\pm 0.01^\circ C$)
1	23	35.30

2	23	35.23
3	22	34.02

Cuadro 71. Evaluación organoléptica de muestras de chocolate amargo al 70% (Resultados Promedio)

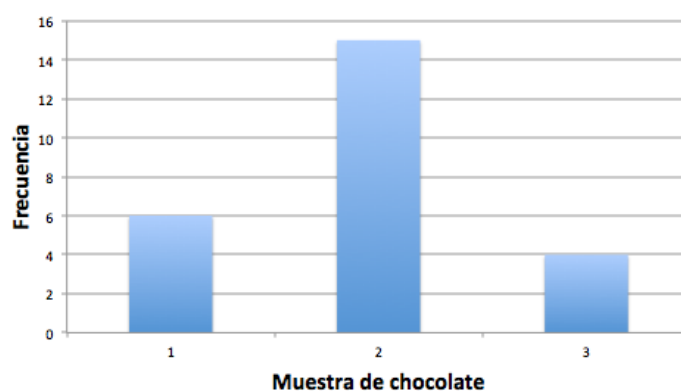
<i>Sabores básicos</i>	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Acidez	2	2	2
Amargo	5	5	8
Dulce	3	4	1
<i>Sabores específicos</i>	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Cacao	10	10	10
Floral	0	0	0
Frutal	0	0	0
Nuez	2	2	2

Escala	Criterio
0	= Ausente
1 a 2	= Intensidad baja
3 a 5	= Intensidad media
6 a 8	= Intensidad alta
9 a 10	= Intensidad muy alta o fuerte

Cuadro 72. Masa de entrada y salida del grano de cacao por etapa en el proceso

Lote No.	Peso inicial (±0.05 kg)	Tostado (±0.05 kg)	Descasca- rillado (±0.05 kg)	Molienda (±0.05 kg)
1	10.10	9.19	6.02	5.83
2	10.11	9.04	6.22	6.15
3	10.12	9.04	6.27	6.15

Figura 21. Producto de preferencia



D. Estudio financiero

Cuadro 73. Inversión en maquinaria y equipo

Equipo	Costo Unitario (Q)	Cantidad	Costo total (Q)
--------	--------------------	----------	-----------------

Horno tostador, 35 kg	Q20,330	1	Q20,330
Medidor de humedad de granos	Q3,029	1	Q3,029
Báscula de plataforma	Q1,025	2	Q2,050
Descascarilladora	Q13,6020	1	Q13,620
Molino de discos	Q5,300	2	Q10,600
Marmita	Q13,640	1	Q13,640
Sensor y lazo de control de temperatura	Q1,190	1	Q1,190
Selladora de pie	Q3,500	1	Q3,500
Mesa de trabajo o porta equipo	Q1,605	3	Q4,815
Total			Q72,774

Cuadro 74. Costo unitario

Rubro	Costo mensual (Q)	Costo por unidad (Q)
<i>Costos variables</i>		
Salarios	Q19,738.05	Q39.79
Materiales	Q170,933.00	Q344.63
Costo por energía eléctrica	Q607.26	Q1.22
Costos indirectos de fabricación	Q932.92	Q1.88
Costo de producción unitario		Q423.93
<i>Costos fijos</i>		
Depreciación		Q3,424.78
Fletes a puerto		Q3,000.00

ANEXO 5 CÁLCULO DE MUESTRA

- Cálculo 1. Peso promedio de los lotes de trabajo

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{(10.10+10.11+10.12)kg}{3} = 10.11 \text{ kg}$$

Se empleó la misma fórmula para el cálculo de todos los datos promedios.

- Cálculo 2. Pérdidas en la etapa de tostado

$$\text{Pérdidas} = m_{\text{entrada}} - m_{\text{salida}} = 10.10kg - 9.19kg = 0.91kg$$

Este cálculo se repitió usando la masa de entrada y salida de cada etapa, para determinar las pérdidas por acumulación en cada una.

- Cálculo 3. Rendimiento del proceso de tostado

$$\text{Rendimiento} = \frac{m_{\text{inicial}} - m_{\text{final}}}{m_{\text{inicial}}} \times 100 = \frac{10.10kg - 9.19kg}{10.10kg} \times 100 = 91.00\%$$

Este procedimiento también fue realizado con el resto de las etapas del proceso de producción.

- Cálculo 4. Volumen de producción

$$D_{\text{mensual}} = D_{\text{anual}} \div 12 = 27.93 \text{ TM} \div 12 = 2.33 \text{ TM}$$

$$D_{\text{semanal}} = D_{\text{mensual}} \div 4 = 2.33 \text{ TM} \div 4 = 0.54 \text{ TM}$$

$$D_{\text{diaria}} = D_{\text{semanal}} \div 5 = 0.54 \text{ TM} \div 5 = 0.11 \text{ TM} \times \left(\frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ TM}}\right) = 107.42 \text{ kg}$$

$$D_{\text{lote}} = D_{\text{diaria}} \div 6 = 107.42 \text{ kg} \div 6 = 17.90 \text{ kg}$$

Es necesario producir 6 lotes de 17.90kg de pasta de cacao al día para poder cubrir la demanda anual de 27.93 TM.

- Cálculo 5. Cantidad de grano de cacao requerido por lote

$$m_{\text{tostado}} = m_{\text{inicial}} \times 0.90$$

$$m_{\text{descascarillado}} = m_{\text{tostado}} \times 0.70$$

$$m_{\text{molienda}} = m_{\text{descascarillado}} \times 0.99$$

$$m_{\text{molienda}} = 20.65 \text{ kg}$$

Se resolvió el sistema de ecuaciones presentado anteriormente para determinar cuál es el volumen de granos necesario para poder lograr producir el volumen deseado de pasta de cacao, por lote.

- Cálculo 6. Capacidad de producción del horno

$$V = m_{\text{tostado}} \times 1.20 = 35 \text{ kg} \times 1.20 = 42 \text{ kg}$$

El horno debe tener una capacidad de mínimo 42 kg por lote, considerando un sobredimensionamiento del 20% del volumen efectivo.

- Cálculo 7. Espacio requerido de almacenamiento en bodega de materia prima

$$S_{\text{diarios}} = P_{\text{diaria}} \times \left(\frac{2.21 \text{ lbs}}{1 \text{ kg}}\right) \times \left(\frac{1 \text{ saco}}{65 \text{ lbs}}\right) = 210 \text{ kg} \times \left(\frac{2.21 \text{ lbs}}{1 \text{ kg}}\right) \times \left(\frac{1 \text{ saco}}{65 \text{ lbs}}\right) = 7.735 \text{ sacos} \approx 8 \text{ sacos}$$

$$S_{\text{semanal}} = P_{\text{diaria}} \times 5 \times \left(\frac{2.21 \text{ lbs}}{1 \text{ kg}}\right) \times \left(\frac{1 \text{ saco}}{65 \text{ lbs}}\right) = 210 \text{ kg} \times 5 \times \left(\frac{2.21 \text{ lbs}}{1 \text{ kg}}\right) \times \left(\frac{1 \text{ saco}}{65 \text{ lbs}}\right) = 35.7 \text{ sacos} \approx 36 \text{ sacos}$$

$$S_{\text{quincena}} = S_{\text{semanal}} \times 2 = 35.7 \text{ sacos} \times 2 = 71.4 \text{ sacos} \approx 72 \text{ sacos}$$

$$S_{\text{seguridad}} = S_{\text{quincena}} = 72 \text{ sacos}$$

$$\text{Almacenamiento} = S_{\text{quincena}} + S_{\text{seguridad}} = 72 \text{ sacos} + 72 \text{ sacos} = 143 \text{ sacos}$$

- Cálculo 8. Inversión en activos fijos, método de factores Perry, et. al

$$I_{AF} = \sum \text{factores} \times I_{\text{equipos}} = 2.825 \times Q72,774.00 = Q205,586.55$$

- Cálculo 9. Mano de obra directa, mensual

$$MO_u = \left(Sueldo_{\text{base}} \times 0.4322\right) + S_{\text{base}} + \text{Bonificación} = (Q2,581.77 \times 0.4322) + Q2,581.77 + Q250.00$$

$$MO_u = Q3,947.61$$

$$MO_t = MO_u \times 5 = Q19,738.05$$

Esta misma base de cálculo se utilizó para determinar el costo de mano de obra indirecta, del personal administrativo, utilizando los sueldos base y bonificaciones correspondientes a dichos puestos.

ANEXO 6

DATOS CALCULADOS

Cuadro 75. Pérdidas por etapa

Lote No.	Peso inicial (±0.05 kg)	Tostado (±0.05 kg)	Descasca- rillado (±0.05 kg)	Molienda (±0.05 kg)
1	10.10	0.91	2.81	0.19
2	10.11	1.07	2.81	0.08
3	10.12	1.08	2.77	0.13

Cuadro 76. Rendimientos por etapa

Lote No.	Rendimiento tostado (%)	Rendimiento trillado (%)	Rendimiento molienda (%)
1	91.00	68.14	96.90
2	89.39	68.86	98.76
3	89.30	69.39	98.01

Cuadro 77. Volúmenes de producción necesarios para cubrir la demanda anual

Producción anual	27,93	TM
Producción mensual	2,3275	TM
Producción semanal	0,54	TM
Producción diaria	0,11	TM
	107,42	kg
Producción por jornada	53,71	kg
Producción por lote	17,90	kg

Cuadro 78. Pasta de cacao a obtener, en función de las pérdidas por merma

Grano de cacao	35,00	kg
Pérdidas en tostado (10%)	3,50	kg
Pérdidas en descascarillado (30%)	10,50	kg
Pérdidas molienda (1%)	0,35	kg
Pasta de cacao	20,65	kg

Pasta de cacao 1 lote	20,65	kg
Bolsas de 5 kg/lote	4	Bolsas
Bolsas de 5kg/día	24	Bolsas

Cuadro 79. Cantidad de sacos a almacenar en bodega de materia prima

Requerimiento diario	210	kg
	464,1	lbs
	8	sacos
Requerimiento semanal	1050	kg
	2320,5	lbs
	36	sacos
Requerimiento quincenal	2100	kg
	4641	lbs
	72	sacos
Inventario de seguridad	72	sacos
Total almacenado	143	sacos

Cuadro 80. Total de inversión en activos fijos, incluyendo la compra del equipo

Equipo entregado	1	Q 72,774.00
Instalación	0.21	Q 15,282.54
Tuberías	0.15	Q 10,916.10
Instalación eléctrica	0.19	Q 13,827.06
Instrumentación	0.075	Q 5,458.05
Edificio y servicios	0.19	Q 13,827.06
Excavación	0.105	Q 7,641.27
Auxiliares	0.22	Q 16,010.28
Total planta física	2.14	Q 155,736.36
Gastos de campo	0.11	Q 8,005.14
Costos directos de la planta	2.25	Q 163,741.50
Horarios, gastos indirectos contratista	0.315	Q 22,923.81
contingencias	0.26	Q 18,921.24
Inversión total en capital fijo	2.825	Q 205,586.55

Cuadro 81. Costos por mano de obra directa al mes

Rubro	Monto
Salario base	Q2,581.77
Bonificación incentivo	Q250.00
Bono 14	Q215.06
Aguinaldo	Q215.06
Indemnización	Q250.95
Vacaciones	Q107.66
IGSS	Q275.47
IRTRA	Q25.82
INTECAP	Q25.82
Sueldo mensual total	Q3,947.61
Costos de MOD Mensuales	Q19,738.05

ANEXO 7 ANÁLISIS DE ERROR

- Propagación de error 1: Peso promedio de los lotes de trabajo

Lectura lote 1: 10.10 (± 0.05 kg)

Lectura lote 2: 10.11 (± 0.05 kg)

Lectura lote 3: 10.12 (± 0.05 kg)

$$\Delta R = 10.11 \text{ kg} \times \sqrt{\left(\frac{0.05}{10.10}\right)^2 + \left(\frac{0.05}{10.12}\right)^2 + \left(\frac{0.05}{10.11}\right)^2} = 0.087 \text{ kg}$$

Este procedimiento se repitió para calcular todas las propagaciones de error por promedio.

- Propagación de error 2: Porcentaje de testa promedio

Promedio corrida 1: 13.360 (± 0.068 g)

Promedio corrida 2: 9.885 (± 0.087 g)

Promedio corrida 3: 11.251 (± 0.0079 g)

$$\Delta R = 10.11 \text{ g} \times \sqrt{\left(\frac{0.068\text{g}}{13.360}\right)^2 + \left(\frac{0.087\text{g}}{9.885}\right)^2 + \left(\frac{0.0079\text{g}}{11.251}\right)^2} = 0.033\text{g}$$