

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



TÍTULO:

**“DISEÑO DE UNA PLANTA PARA PRODUCCIÓN DE
LICOR DE CACAO (*Theobroma Cacao*)”**

**SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTADO POR

**CLARITA FIORELLA OLAYA GIL
IRASEMA FARFAN CHONLON**

ASESOR

ING. ESTELA TOLEDO

CALLAO –2019

PERÚ

PRÓLOGO DEL JURADO

La presente Tesis fue Sustentada por las señoritas Bachiller **OLAYA GIL CLARITA FIORELLA** y **FARFAN CHONLON IRASEMA** ante el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

ING° CARLOS ALEJANDRO ANCIETA DEXTRE	PRESIDENTE
ING° JULIO CÉSAR CALDERÓN CRUZ	SECRETARIO
ING° RICARDO RODRIGUEZ VILCHEZ	VOCAL
ING° MARÍA ESTELA TOLEDO PALOMINO	ASESORA

Tal como está asentado en el Libro de Actas N° 1 de Tesis con Ciclo de Tesis Folio N° 55 y Acta N° 54 de fecha **UNO DE SETIEMBRE DE 2019**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Titulación de Tesis con Ciclo de Tesis, de conformidad establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 309–2017–CU de fecha 24 de octubre de 2017 y en su Cuarta Disposición Transitoria, norman los requisitos de los expedientes para la obtención del Grado Académico de Bachiller

DEDICATORIA

A mis padres, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.

El presente trabajo es dedicado a mi familia, a mí y a mis amigos quienes han sido parte fundamental para escribir esta tesis, ellos son quienes me dieron grandes enseñanzas y los principales protagonistas de este “sueño alcanzado”.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Braulio y Clara; y, Walter y Silvia, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al master María Estela Toledo Palomino tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

ÌNDICE

INTRODUCCIÓN	7
I. ¡Error! Marcador no definido.	
1.1. ¡Error! Marcador no definido.	
1.2. ¡Error! Marcador no definido.	
1.2.1 ¡Error! Marcador no definido.	
1.2.2 ¡Error! Marcador no definido.	
1.3. ¡Error! Marcador no definido.	
1.3.1 ¡Error! Marcador no definido.	
1.3.2 ¡Error! Marcador no definido.	
1.4. ¡Error! Marcador no definido.	
II. ¡Error! Marcador no definido.	
2.1. ¡Error! Marcador no definido.	
2.1.1 Antecedentes internacionales	10
2.1.2 Antecedentes nacionales	12
2.2. 17	
2.2.1 17	
2.2.2 17	
Tecnología 2.	15
2.2.3 19	
2.2.4 20	
2.2.5 27	
2.2.6 30	
2.3. 36	
2.4. 36	
III. ¡Error! Marcador no definido.	
3.1 ¡Error! Marcador no definido.	
3.1.1 ¡Error! Marcador no definido.	
3.1.2 ¡Error! Marcador no definido.	
3.2 38	
3.3 38	
IV. 39	

4.1	¡Error! Marcador no definido.	
4.2	¡Error! Marcador no definido.	
4.2.1	Localización de Planta	37
4.2.2	Determinación de tamaño de planta	40
4.2.3	Descripción de la tecnología y diseño de los equipos	53
4.2.4	Determinación de la inversión	63
4.3	72	
4.4	¡Error! Marcador no definido.	
4.5	73	
4.5.1	73	
4.5.2	¡Error! Marcador no definido.	
4.6	74	
V.	74	
5.1	74	
5.2	77	
VI.	77	
6.1.	77	
6.2.	78	
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	76
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
	ANEXOS	79
	- Matriz de consistencia.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rango usual de composición de licores de crema	27
Tabla 2. Operacionalización de Variables	35
Tabla 3. Producción de pasta de cacao	37
Tabla 4. Población económicamente activa	38
Tabla 5. Producción de energía efectiva	38
Tabla 6. Producción de Agua Potable	38
Tabla 7. Costo de terreno	39
Tabla 8. Calificación y ponderación	39
Tabla 9. Evaluación y calificación de factores locacionales	40
Tabla 10. Demanda aparente del vino 2012 - 2016	41
Tabla 11. Proyección de la demanda aparente de vino	41
Tabla 12. Proyección de la demanda aparente de licor de cacao	42
Tabla 13. Modelos Econométricos	44
Tabla 14. Demanda Proyectada	45
Tabla 15. Demanda proyectada al 15%	45
Tabla 16. Demanda Proyectada TM/año	46
Tabla 17. Estado de pérdidas y ganancias - TP Máximo	51
Tabla 18. Estado de pérdidas y ganancias - TP mínimo	52
Tabla 19. Ficha técnica de la pasta de cacao	53
Tabla 20. Costos directos de producción	64
Tabla 21. Costos Fijos	64
Tabla 22. Costos Generales	64
Tabla 23. Costos directos	65
Tabla 24. Costos indirectos	66
Tabla 25. Costos directos	67
Tabla 26. Costos indirectos	68
Tabla 27. Inversión de capital de trabajo	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1. Diagrama de proceso de la tecnología 1	18
Figura2. Diagrama de proceso de la tecnología 2	19
Figura 3. Fruto de Cacao	29
Figura 4. Diagrama de bloques de la metodología empleada en el diseño	36
Figura 5. Modelo lineal de la demanda aparente del licor de cacao	42
Figura 6. Modelo polinómico de la demanda aparente del licor de cacao	46
Figura 7. Modelo logarítmico de la demanda aparente del licor de cacao	47
Figura 8. Modelo exponencial de la demanda aparente del licor de cacao	47
Figura 9. Gráfica del tamaño de planta mínimo	49
Figura10. Tecnología modificada para la producción de licor de cacao	58
Figura 11. Balance de masa	55
Figura 12. Dimensionamiento del tanque agitado	59
Figura 13. Mapa de ubicación del distrito	75
Figura 14. Layout de planta	76

RESUMEN

El diseño de plantas es un área muy extensa que se ha utilizado a lo largo del desarrollo de la producción de alimentos, mejorando cada vez sus métodos y técnicas. El diseño a elaborar y sus características dependen de lo que se quiera producir y las áreas que se verán involucradas, para lo que es necesario contar con datos básicos de diseño, equipo, distribuciones, demanda del mercado y ubicación estratégica.

Se ha desarrollado el estudio para el diseño de una planta procesadora que abarque la demanda de licor de cacao presentada en la ciudad de Lima, la cual tendrá una capacidad de 895 337.4 Litros/año.

La metodología utilizada para la ubicación estratégica en donde será instalada la planta, nos dio como resultado el distrito de San Juan de Lurigancho en la ciudad de Lima.

El esquema de la tecnología escogida nos sirvió de base para las especificaciones de los equipos a diseñar para la producción de licor de cacao, utilizando cacao en pasta, leche condensada y aguardiente.

Los equipos fueron diseñados y dimensionados de acuerdo a nuestras necesidades, tales como un molino de martillo con una potencia de 2HP, un tamiz con una superficie necesaria de 0.63 m^2 y un tanque agitado con capacidad de 0.18 m^3 .

La planta diseñada cuenta con 8 departamentos que fueron establecidos y distribuidos de tal forma que se pueda trabajar de la forma más eficiente entre ellos.

Los costos de inversión, los cuales fueron estimados dieron un monto de 2212859.221 soles. Con este podemos efectuar un estudio económico-financiero, el cual nos da como resultado la factibilidad del proyecto.

ABSTRACT

Plant design is a very large area that has been used throughout the development of food production, improving its methods and techniques. The design to be developed and its characteristics depend on what you want to produce and the areas that will be involved, for which it is necessary to have basic data on design, equipment, distributions, market demand and strategic location.

The study has been developed for the design of a processing plant that covers the demand for cocoa liquor presented in the city of Lima, which will have a capacity of 895 337.4 Liters / year.

The methodology used for the strategic location where the plant will be installed, resulted in the district of San Juan de Lurigancho in the city of Lima.

The chosen technology scheme served as the basis for the specifications of the equipment to be designed for the production of cocoa liquor, using cocoa paste, condensed milk and brandy.

The equipment was designed and sized according to our needs, such as a hammer mill with a power of 2 HP, a sieve with a necessary surface area of 0.63 m² and a stirred tank with a capacity of 0.18 m³.

The designed plant has 8 departments that were established and distributed so that you can work in the most efficient way among them.

Investment costs, which were estimated, amounted to 2 212 859.221 soles. With this we can carry out an economic-financial study, which results in the feasibility of the project.

INTRODUCCIÓN

Una de las materias primas de gran demanda tanto internacional como nacional es el Cacao, alimento rico en minerales, vitamina y fibra del cual se pueden elaborar diversos productos. El árbol de cacao se cultiva en las regiones tropicales, siendo más específicos en localidades poco desarrolladas, con técnicas poco eficientes, lo que reduce su competitividad. No obstante, el problema radica en la falta de infraestructura y conectividad para integrar la cadena productiva, en especial al agricultor con las empresas procesadoras de cacao y las fábricas.

El Perú posee cerca del 60% de las variedades de cacao en el mundo y concentra el 36% de la producción mundial de cacao fino y de aroma, según la Organización Internacional del cacao (ICCO)

La gran mayoría de las exportaciones peruanas de cacao se limitan a granos crudos o tostados, no obstante, lo que se busca es cambiar esta situación añadiendo valor agregado a este tipo de exportaciones.

Uno de los productos en los que se podría transformar el cacao es el licor de cacao, el cual es elaborado a partir de alcohol etílico y pasta de cacao. La calidad del licor de cacao se garantiza con una adecuada selección de materia prima, que cumpla con los estándares que imparten las normas técnicas, siendo así esta una oportunidad para las poblaciones que buscan una nueva alternativa para la generación de ingresos económicos.

“La Organización Mundial del Cacao estima que los precios pueden empezar a crecer de manera sostenida y creciente hacia el 2020, lo cual representa una excelente oportunidad para el Perú”

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Descripción de la realidad problemática

El cacao es uno de los productos bandera del Perú y su potencial de producción aún no ha sido aprovechado a plenitud.

Instituciones como Ministerio de agricultura y riego (MINAGRI) y la Sociedad de Comercio exterior en el Perú (COMEX) han realizado investigaciones orientadas a determinar la situación del cacao en el Perú, de los resultados de estas investigaciones se conoce que el Perú no se beneficia del valor que se agrega al cacao en el proceso de transformación que se realiza en el exterior, por ello se requiere que los productores conozcan la demanda de calidad en el mercado.

La agroindustria representa para los productores la posibilidad de incrementar valor agregado a los productos primarios. El cacao es el principal cultivo alternativo que promueve el estado, pero recientemente se busca dar mayor valor agregado a sus productos mediante la promoción de la inversión privada. Sin embargo, el licor de cacao a pesar de ser un producto local a nivel regional, no es suficientemente conocido como para ser un producto atractivo para el gobierno, por lo que el cacao y los distintos programas que se desarrollan en virtud de este cultivo están orientados principalmente a la elaboración de su presentación en grano y sus derivados, orientados principalmente para la industria chocolatera.

En el Perú, independientemente del precio internacional de grano de cacao, la producción nacional de cacao ha tenido un aumento sostenido desde hace varios años y se ha acelerado en los últimos cinco, lo que reduce el poder en muchas ocasiones el poder de negociación de los productores, quienes dejan que el precio lo determinen los grandes compradores.

3.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General.

En este contexto podemos entonces formularnos la siguiente pregunta:

¿Será factible el diseño de una planta para la producción de licor de cacao?

1.2.2 Problemas específicos.

1. ¿Dónde se localizará la planta para la producción de licor de cacao?

2. ¿Cuál será el tamaño de planta óptimo para la producción de licor de cacao?
3. ¿Cuál será la inversión económica para el montaje de la planta de producción de licor de cacao?

3.3 Objetivos de la Investigación

Los objetivos referidos en el marco del presente proyecto de tesis, son los siguientes:

1.3.1 Objetivo General.

Diseñar una planta para la producción de licor de cacao.

1.3.2 Objetivos específicos.

1. Definir la localización de la planta para la producción de licor de cacao.
2. Determinar el tamaño óptimo de la planta para la producción de licor de cacao.
3. Evaluar la inversión económica para el montaje de la planta de producción de licor de cacao.

3.4 Limitantes de la Investigación

El limitante en esta investigación es la poca información respecto al diseño de una planta para la producción de licor de cacao, la literatura solo indica el uso del cacao para la exportación y su elaboración de pasta.

II. MARCO TEÓRICO

3.5 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Alayón, D., Gonzales A., Randelly M. (2010). *Diseño de una planta de licor a partir de sorgo licores guarico*. (Tesis Pregrado). Venezuela

El objetivo principal de este proyecto de diseño es el de la producción de alcohol, a partir del sorgo, para luego elaborar licores dulce saborizados, con esencias de vainilla, canela, y coco. También, con el fin de fomentar la agricultura en el país, particularmente la siembra de sorgo, el cual como ya se había mencionado antes, es resistente a sequía en vista de los recientes cambios climáticos, que han afectado la producción de maíz, el sorgo por sus propiedades representa una alternativa rentable a la sustitución del maíz como cereal. Se diseñó una planta de producción de etanol a partir de sorgo. Para ello se realizó una investigación práctica y teórica, para el desarrollo del diseño de una planta productora de etanol para elaborar licor: Licores Guárico. También se elaboraron los documentos de ingeniería requeridos para el diseño de una planta, como lo son: diagramas de flujos de proceso, diagramas de tuberías de instrumentación, lista de equipos, tuberías y estrategias de control, dimensionamiento y especificación de equipos.

Guerrero A., B. (2006) *Diseño del sistema de esterilización experimental en la obtención del licor de cacao*. (Tesis Pregrado). Ecuador.

En la cual definió la necesidad de esterilización para disminuir la carga microbiana a fin de cumplir los parámetros de las normas establecidas, tanto en el mercado local como el internacional para el licor de cacao, para lo cual construyó un esterilizador experimental para comprobar si es posible la reducción microbiana, concluyó que el tiempo para la esterilización es de 12h a 15h y la temperatura 110°C a 112°C, manteniendo la calidad de sus características organolépticas.

Murillo B., W. (2017). *Estudio Técnico Económico Para Instalar Una Planta Procesadora De Licor De Cacao*. (Tesis pregrado). Guayaquil – Ecuador.

Mediante un estudio técnico económico se demostrara la factibilidad para la instalación de una planta procesadora de licor de cacao, el estudio se lo realizara en la provincia del Guayas pero tendrá aplicación y venta en todo el país. Se utilizan varias técnicas estadísticas como el método cualitativo por puntos, como también para la proyección de datos, el método de mínimos cuadrados. El objetivo es industrializar este producto dado por la buena acogida y consumo en las pocas unidades producidas. Con la implementación industrial se diseñara el proceso, para la mejora del producto, también se tomara en cuenta otros aspectos como invertir para crear otras líneas de producción. El licor de cacao es una bebida alcohólica suave de sabor a chocolate. Su factibilidad financiera es demostrada, basada en la inversión total de \$1.100.472,92 y en los indicadores financieros que reflejan los siguientes valores, para el VAN un valor de \$1'284.422,97; una TIR de 48,50%, una TMAR de 20,17% y un CPPC de 23,25%, y la recuperación de la inversión es al cabo del tercer año y 3 meses.

Plúa C., J. (2008) *Diseño de una línea procesadora de pasta de cacao artesanal* (Theobroma Cacao.) (Tesis Pregrado). Ecuador

Realizó el diseño de una línea procesadora de pasta de cacao artesanal, para lo cual realizó pruebas experimentales de tueste, donde buscó obtener un producto de la mejor calidad organoléptica. Concluyó que la temperatura óptima de tuestado debe ser 150°C, y el tiempo de tueste, estará en función de la humedad inicial de los granos de cacao.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Alvarado H., H. y Nuñez Z., M. (2016). *Diseño de una planta para la producción de rotenona a partir de barbasco (lonchocarpus)* (Tesis Pregrado). Lima - Callao

Se ha diseñado una planta para la producción de Rotenona a partir de Barbasco, con una capacidad de producción de 415 TM/año, localizada en el distrito de Belén, Localidad de Iquitos, en la región Loreto.

Su inversión asciende a \$ 4 892 675 con una rentabilidad alta, cuya tasa de interés de retorno económico (TIRE) es del 47 %, y su valor actual neto económico (VANE) es de \$ 11 813 013, con un capital financiado de \$ 3 424 872 al 12% de interés anual pagados dentro 5 años, y el capital de aporte propio es de \$ 1 467 802. La tasa de interés de retorno financiero (TIRF) es del 96% y su valor actual neto financiero es de \$ 7982 045.

Guillen V., R. (2012) *Estudio del proyecto planta de elaboración de licor de cacao taste of selva.* (Tesis Pregrado). Junín.

Nació ante la necesidad de reforzar el consumo de licor de cacao ya que en el mercado no habían muchas marcas que cumplieren las expectativas del cliente acerca de este producto, por lo que el objetivo del proyecto era generar empleo y que su licor sea competitivo en base a que sería un producto diferenciado, para lo cual realizó un estudio de mercado además de enfocarse en los componentes básicos para desarrollar los estudios técnicos necesarios del plan de negocio, como tamaño de proyecto, localización, ingeniería o partes productivas del proyecto, de lo cual concluyó que la planta elaboradora de licor de cacao Taste of Selva S.A quedaría ubicada en el distrito de Pichari (VRAE), porque tal reunía las condiciones necesarias para obtener mayores beneficios económicos.

Rosales C., G. (2015). *Estudio de Pre-factibilidad para una planta de producción de licor de cacao para el mercado limeño.* (Tesis Pregrado). Lima.

Cuyo objetivo fue demostrar la viabilidad técnica, económica y financiera de la instalación de una planta de elaboración de licor de cacao para su comercialización en la Ciudad de Lima, para lo cual desarrolló un análisis estratégico del macroentorno y microentorno, además definió las características

del producto; de lo cual concluyó que existía una demanda atractiva y en expansión para el proyecto; con un producto con gran acogida en el mercado seleccionado.

Falcón P., D. (2016). *Estudio técnico para la producción de licor de mandarina*. (Tesis Pregrado). Lima.

Se desarrolló con la finalidad de estimar los parámetros productivos que permitan instalar una planta de producción de licor de mandarina, para lo cual realizó un estudio de mercado en base a los datos existentes de vinos debido a que no había datos de licor de mandarina. Su tamaño de planta determinado fue de 159 Toneladas de licor de mandarina por año y esta será ubicada en el distrito de Huaral a 1 hora y 20 minutos de Lima.

3.6 Bases teóricas

2.2.1 Diseño de una planta industrial

Diseñar una planta industrial consiste en elaborar el plano de disposición de planta, con el cual se planifica la construcción de una planta manufacturera de una operación completa que puede ser para una planta nueva o para la ampliación de una planta existente para una capacidad de producción para lo cual se debe localizar el lugar de instalación de esta planta, luego diseñar los equipos principales y de uso genérico.

2.2.2 Descripción de tecnologías para producción de licor de cacao

Al analizar las tecnologías para la producción de licor de cacao se han encontrado dos tecnologías como antecedentes, las cuales dan un buen rendimiento para su elaboración.

Tecnología 1.

Guillen V., R. (2012) afirma que el proceso para la elaboración del licor de Cacao que se propone es el siguiente:

- Se reciben las materias primas debidamente pesadas y registradas.
- En el caso de la leche, esta debe ser pasteurizada, luego enfriada para poder ser mezclada con los demás insumos.

- El cacao debe estar previamente procesado en barra para luego ser molido y tamizado.
- El aguardiente deberá ser medido y filtrado en caso presente impurezas o algún material extraño que pueda dañar el proceso.
- Se proceden a mezclar los tres ingredientes vigorosamente para asegurar la homogeneidad de la mezcla. Esta homogenización se realiza durante 5 minutos en una licuadora industrial.
- A medida que se homogeniza, se añade el carboximetilcelulosa y el conservante.
- Se procede a envasar y almacenar en lugar fresco hasta su respectiva comercialización.



Tec *Figura 1.* Diagrama de proceso de la tecnología 1
Elaboración propia

Rosales C., G. (2015) afirma que este proceso tiene varias etapas, las cuales se van a mostrar en la **Figura 2.**

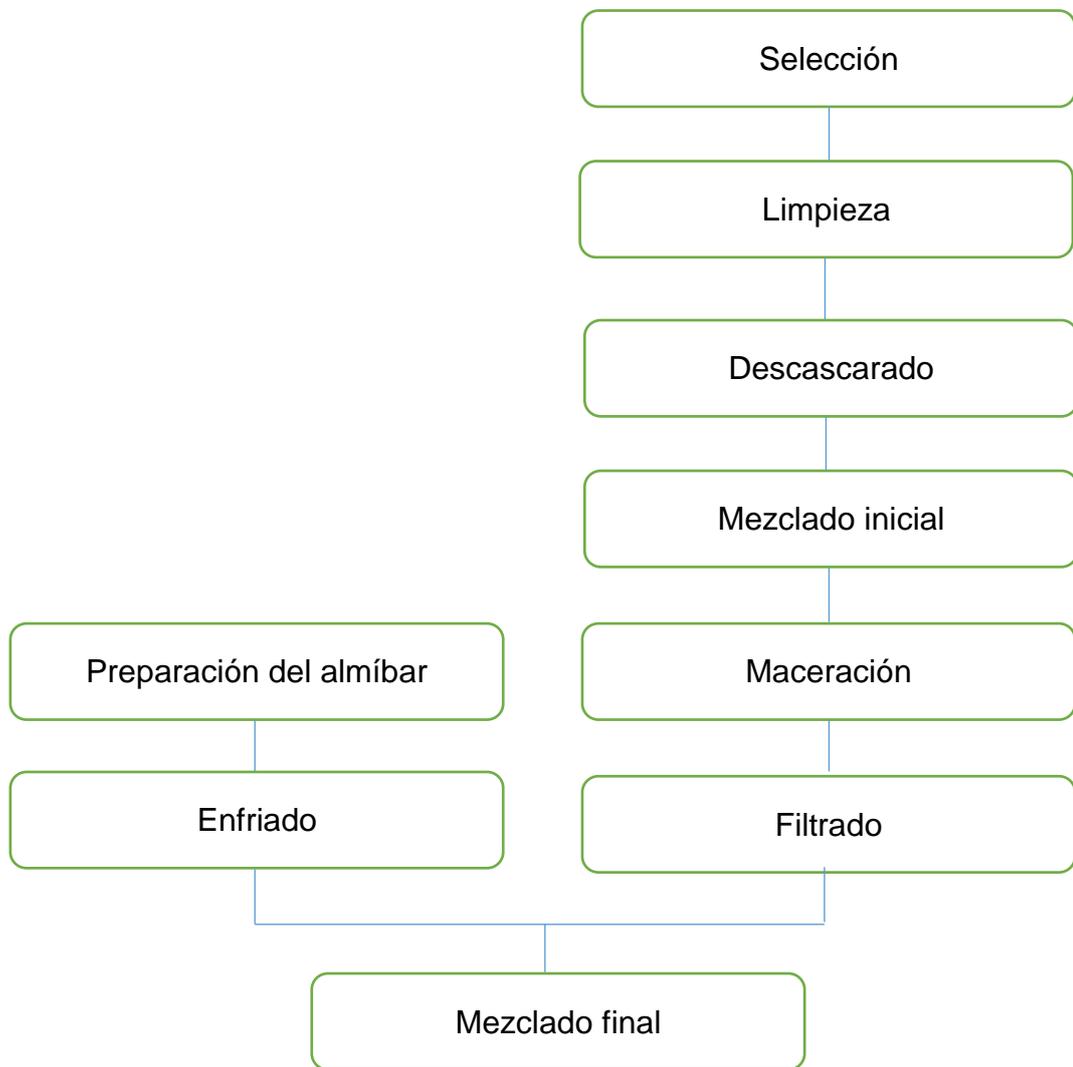


Figura2. Diagrama de proceso de la tecnología 2
Elaboración propia

2.2.3 Localización y tamaño de planta

Para determinar las posibles ubicaciones de la planta de producción de licor de cacao, se debe tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Cercanía a la materia prima
- Disponibilidad de la mano de obra
- Disponibilidad eléctrica

- Disponibilidad de agua potable
- Facilidad de transporte
- Características del terreno

2.2.4 Distribución en planta

La distribución en planta implica la ordenación física y racional de los elementos productivos garantizando su flujo óptimo al más bajo costo. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, máquinas, equipos de trabajo, trabajadores y todas las otras actividades o servicios.

En líneas generales la Distribución en Planta persigue dos intereses: un interés económico, con el que se busca aumentar la producción y reducir costos; y un interés social con el que se busca darle seguridad al trabajador y satisfacción por el trabajo que realiza. (Muñoz, 2004)

A. Principios básicos de la distribución en planta

Con el fin de obtener la Distribución más eficiente de una manera sistemática, es preciso considerar los siguientes seis principios básicos:

1. Principio de la integración de conjunto.

La distribución óptima será aquella que integre al hombre, materiales, máquinas y cualquier otro factor de la manera más racional posible, de tal manera que funcionen como un equipo único. No es suficiente conseguir una distribución adecuada para cada área, sino que debe ser también adecuada para otras áreas que tengan que ver indirectamente con ella.

2. Principio de la mínima distancia recorrida.

En igualdad de circunstancias, será aquella mejor distribución la que permita mover el material a la distancia más corta posible entre operaciones consecutivas.

Al trasladar el material se debe procurar el ahorro, reduciendo las distancias de recorrido; esto significa que se debe tratar de colocar operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes unas a otras.

3. Principio de la circulación o recorrido.

En igualdad de circunstancias, será mejor aquella distribución que tenga ordenadas las áreas de trabajo en la misma secuencia en que se transforman o montan los materiales.

Este es un complemento del principio de la mínima distancia y significa que el material se moverá progresivamente de cada operación a la siguiente, sin que existan retrocesos o movimientos transversales, buscando un progreso constante hacia su terminación sin interrupciones e interferencias. Esto no implica que el material tenga que desplazarse siempre en línea recta, ni limita el movimiento en una sola dirección.

4. Principio del espacio cúbico

En igualdad de circunstancias, será más económica aquella distribución que utilice los espacios horizontales y verticales, ya que se obtienen ahorros de espacio.

Una buena distribución es aquella que aprovecha las tres dimensiones en igual forma.

5. Principio de satisfacción y seguridad

Será aquella mejor distribución la que proporcione a los trabajadores seguridad y confianza para el trabajo satisfactorio de los mismos.

La seguridad es un factor de gran importancia, una distribución nunca puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.

6. Principio de flexibilidad

La distribución en planta más efectiva, será aquella que pueda ser ajustada o reordenada con el mínimo de inconvenientes y al costo más bajo posible.

Las plantas pierden a menudo dinero al no poder adaptar sus sistemas de producción con rapidez a los cambios constantes del entorno, de ahí que la importancia de este principio es cada vez mayor.

B. Tipos de distribución en planta

Existen cuatro tipos principales de distribución en planta: Por posición fija, por proceso o función, por producto o en línea y por células o Híbridas.

1. Distribución por posición fija

Se trata de una distribución en que el material que se debe laborar no se desplaza en la fábrica, sino que permanece en un solo lugar, y que por lo tanto toda la maquinaria y demás equipo necesarios se llevan hacia él. Se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado, y sólo se producen pocas unidades al mismo tiempo. Se requiere poca especialización en el trabajo, pero gran habilidad y obreros calificados.

Ejemplos típicos de éste sistema son la construcción de buques, la fabricación de motores diesel o motores de grandes dimensiones y la construcción de aviones.

Ventajas:

- Reduce el manejo de piezas grandes, aunque se aumenta el de piezas pequeñas.
- Responsabiliza al trabajador de la calidad de su trabajo, mientras más hábiles sean estos, menos inspectores se requerirán.
- Altamente flexibles. Permiten cambios frecuentes en el diseño y secuencia de los productos y una demanda intermitente.
- No requieren una ingeniería de distribución costosa.

Inconvenientes

- Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación, el flujo de fabricación no puede ser más rápido que la actividad más lenta.
- Inversión elevada en equipos específicos.

- El conjunto depende de cada una de las partes, la parada de alguna máquina o la falta de personal en algunas de las estaciones de trabajo puede parar la cadena completa.
- Trabajos muy monótonos que afectan la moral del personal.

2. Distribución por proceso o función.

En este tipo de distribución todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto. También cuando la maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente y cuando se tiene una demanda intermitente, por ejemplo: fábricas de hilados y tejidos, talleres de mantenimiento e industrias de confección.

El problema principal en este tipo de distribución es localizar los centros de trabajo para optimizar el flujo entre secciones.

Ventajas:

- Todos los productos que se fabrican en la planta comparten las mismas máquinas por lo que la capacidad de cada una de ellas puede emplearse al máximo reduciendo el número de máquinas necesarias.
- Una gran flexibilidad para ejecutar los trabajos. Es posible asignar tareas a cualquier máquina de la misma clase que esté disponible en ese momento.
- Adaptable a gran variedad de productos. Cambios fáciles cuando hay variaciones frecuentes en los productos ó en el orden en que se ejecuten las operaciones.
- Los operarios son mucho más hábiles porque tienen que saber manejar cualquier máquina (grande o pequeña) del grupo, como preparar la labor, ejecutar operaciones especiales, calibrar el trabajo, lo que proporciona mayores incentivos individuales.
- Una avería en una máquina no influye de forma decisiva en la planificación, ya que la carga del recurso averiado se reparte entre las demás máquinas.

Inconvenientes.

- Existe mayor dificultad para fijar las rutas y los programas de trabajo.
- La separación de las operaciones y las mayores distancias que tienen que recorrer para el trabajo, dan como resultado más manipulación de materiales y costos más elevados, empleándose una mayor mano de obra.
- Para optimizar el transporte se fabrica en lotes grandes, anticipando la entrega a otros departamentos antes de lo necesario, por lo que aumentan los inventarios en proceso.
- La falta de disposiciones compactas de producción en línea y el mayor esparcimiento entre las unidades del equipo en departamentos separados, significa más superficie ocupada.
- Sistemas de control de producción mucho más complicados y falta de un control visual.

3. Distribución por producto o en línea.

También denominada "Producción en cadena". En este caso, toda la maquinaria y equipos necesarios para fabricar un determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación. Se emplea principalmente en los casos en que exista una elevada demanda de uno o varios productos más o menos normalizados.

Ejemplos típicos son el embotellado de gaseosas, el montaje de automóviles y el enlatado de conservas.

También es recomendable este tipo de distribución cuando la demanda es constante y cuando el suministro de materiales es fácil y continuo. El problema principal que se puede presentar en este tipo de distribución es el balance de las líneas de producción

Ventajas:

- El trabajo se mueve siguiendo rutas definidas y directas, lo que hace que sean menores los retrasos en la fabricación.

- Menor manipulación de materiales debido a que el recorrido a la labor es más cortó sobre una serie de máquinas sucesivas, contiguas o puestos de trabajo adyacentes.
- Menores cantidades de trabajo en curso, poca acumulación de materiales en las diferentes operaciones y por ende menos inventario en proceso.
- Cantidad limitada de inspección, quizá solamente una antes de que el producto entre en la línea, otra después que salga de ella y poca inspección entre ambos puntos.
- Se obtiene una mejor utilización de la mano de obra debido a que existe mayor especialización del trabajo.

Inconvenientes:

- Elevada inversión en máquinas debido a que algunas líneas de fabricación no pueden emplearse para realizar otras.
- Menos flexibilidad en la ejecución del trabajo porque las tareas no pueden asignarse a otras máquinas similares, como en la disposición por proceso.
- Menos pericia en los operarios. Cada uno aprende un trabajo en una máquina determinada o en un puesto que a menudo consiste en máquinas automáticas que el operario sólo tiene que alimentar.
- Peligro que se pare toda la línea de producción si una máquina sufre una avería.
- El Ritmo de Producción es fijado por la máquina más lenta (cuello de botella).

4. Distribuciones híbridas.

Los diseños híbridos en esencia, buscan poder beneficiarse simultáneamente de las ventajas derivadas de las distribuciones por producto y las distribuciones por proceso, particularmente de la eficiencia de las primeras y de la flexibilidad de las segundas, permitiendo que un sistema de alto volumen y uno de bajo volumen coexistan en la misma instalación.

Existen dos técnicas para crear diseños híbridos: las células de un trabajador, múltiples máquinas y las células de tecnología de grupo; definiéndose como

células a la agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones sobre múltiples unidades de un ítem o familia de ítems.

C. Planeamiento sistémico de la distribución

El Planeamiento Sistémico de la Distribución, es una forma racional y organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases o niveles que a la vez constan de una serie de procedimientos o pasos, para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación. Este método puede aplicarse a oficinas, laboratorios, áreas de servicio, almacén u operaciones manufactureras y es igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes.

Fases de desarrollo de la distribución en planta.

Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta, que además pueden superponerse uno con el otro, son:

Fase I: Localización.

Es donde se decide dónde va a estar el área que va a ser organizada, esta fase no necesariamente se incluye en los proyectos de distribución.

Fase II: Distribución general de conjunto (DGC).

Es donde se planea la organización completa a modo general. Aquí se establece el patrón de flujo para el área que va a ser organizada y se indica también el tamaño y la interrelación de áreas, sin preocuparse todavía de la distribución en detalle. El resultado de esta fase es un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.

Fase III: Plan detallado de distribución (PDD).

Es la preparación en detalle del plan de organización e incluye planear donde van a ser localizados los puestos de trabajo, así como cada pieza de maquinaria o equipo.

Fase IV: Instalación de la distribución.

Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada.

2.2.5 Descripción del cacao

a. Origen del cacao

El origen de esta especie es probablemente la región amazónica (cuenca alta del río Amazonas) y comprende países como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil. En esta región es donde se presenta la mayor variación de la especie. Se extendió de Sudamérica hasta México, pero no se sabe si su dispersión ocurrió naturalmente o con la ayuda del hombre. Sigue siendo un misterio el cómo llegó a Centro América, donde se ha cultivado por lo menos durante 3,000 años. El cacao se llevó de Brasil a la colonia portuguesa de Príncipe en 1822 y de ahí a Sao Tomé en 1830, ambas en el Golfo de Guinea. Ghana obtiene el cacao en 1879 y por el año de 1951 el oeste de África es el responsable del 60 % de la producción mundial. El género *Theobroma* se encuentra en estado natural en los pisos inferiores de las selvas húmedas de América tropical y prospera mejor entre los 18° N y 15° S del Ecuador a una altitud inferior a 1,250 m. (Armando, 2016)

b. Partes del cacao

Forma. Árbol de pequeña talla, perennifolio, de 4 a 7 m de altura (cultivado). El cacao silvestre puede crecer hasta 20 m o más. (Armando, 2016)

Copa / Hojas. Copa baja, densa y extendida. Hojas grandes, alternas, colgantes, elípticas u oblongas, de (15) 20 a 35 (50) cm de largo por 4 a 15 cm de ancho, de punta larga, ligeramente gruesas, margen liso, verde oscuro en el haz y más pálidas en el envés, cuelgan de un pecíolo. (Armando, 2016)

Tronco / Ramas. El tronco tiene un hábito de crecimiento dimórfico, con brotes ortotrópicos o chupones. Ramas plagiotrópicas o en abanico. Las ramas primarias se forman en verticilos terminales con 3 a 6 ramillas; al conjunto se le llama "molinillo". Es una especie cauliflora, es decir, las flores aparecen insertadas sobre el tronco o las viejas ramificaciones. (Armando, 2016)

Corteza. Externa de color castaño oscuro, agrietada, áspera y delgada. Interna de color castaño claro, sin sabor. (Armando, 2016)

Flor(es). Se presentan muchas flores en racimos a lo largo del tronco y de las ramas, sostenidas por un pedicelo de 1 a 3 cm. La flor es de color rosa, púrpura y blanca, de pequeña talla, de 0.5 a 1 cm de diámetro y 2 a 2.5 cm de largo, en forma de estrella. Pétalos 5, de 6 mm de largo, blancos o teñidos de rosa, alternos con los sépalos y de forma muy singular: comienzan estrechos en la base, se ensanchan y se hacen cóncavos para formar un pequeño capuchón y terminan en una lígula; sépalos 5, rosas, angostos, puntiagudos, ampliamente extendidos. Las inflorescencias después de producir flores durante varios años se convierten en tubérculos engrosados que reciben el nombre de "cojinetes florales". (Armando, 2016)

Fruto(s). El fruto una baya grande comúnmente denominada "mazorca", carnosa, oblonga a ovada, amarilla o purpúrea, de 15 a 30 cm de largo por 7 a 10 cm de grueso, puntiaguda y con camellones longitudinales; cada mazorca contiene en general entre 30 y 40 semillas dispuestas en placentación axial e incrustadas en una masa de pulpa desarrollada de las capas externas de la testa. (Armando, 2016)



Figura 3. Fruto de Cacao
Fuente: Armando, 2016

Semilla(s). Semillas grandes del tamaño de una almendra, color chocolate o purpúreo, de 2 a 3 cm de largo y de sabor amargo. No tiene albumen y están recubiertas por una pulpa mucilaginosa de color blanco y de sabor dulce y acidulado. Todo el volumen de la semilla en el interior está prácticamente ocupado por los 2 cotiledones del embrión. Se les llama vulgarmente "habas" o "granos" de cacao. Ricas en almidón, en proteínas, en materia grasa, lo cual les confiere un valor nutritivo real. (Armando, 2016)

Raíz. El sistema radical se compone de una raíz pivotante que en condiciones favorables puede penetrar más de 2 m de profundidad, favoreciendo el reciclaje de nutrientes y de un extenso sistema superficial de raíces laterales distribuidas alrededor de 15 cm debajo de la superficie del suelo. (Armando, 2016)

c. Productos obtenidos a partir del cacao

Licor de cacao, masa de cacao, o pasta de cacao: A partir de la molturación, que consiste en la trituración de la almendra de cacao en partículas de diferentes tamaños, separables por medios mecánicos, se pasa a la trituración de la almendra a través de la utilización de diferentes herramientas como rodillos estriados, molinos de masa, etc. Hasta conseguir una masa fina y homogénea que se le conoce como pasta o licor de cacao, el mismo que es un insumo directo de la fabricación de chocolate. (Armando, 2016)

Manteca de cacao: El licor de cacao es sometido a un proceso de filtrado mediante el cual se separa las tortas o sólidos de cacao de la manteca de cacao (líquido). En promedio con 1 000 kg de cacao en grano se obtiene 800 kg de licor de cacao. Posteriormente siguen las fases de prensado y amasado de la pasta, obteniéndose la manteca de cacao y la torta de cacao. Así de 800 kg de licor de

cacao se obtienen cerca de 377 kg de manteca y 423 kg de torta, en promedio. (Armando, 2016)

Cacao en polvo: La torta de cacao, después de ser enfriada, es triturada obteniendo el cacao en polvo o también conocido como cocoa, que se utiliza para la producción de materiales de recubrimiento, helados, galletas, relleno, bebidas, etc. El polvo de cacao puede tener un contenido de manteca de cacao del 10% o en otros casos de 22% (calculado sobre el peso de la materia seca) y, como máximo, un 9% de agua. (Armando, 2016)

2.2.6 Licores de crema

Según Espinosa (2005), la producción de licores data de tiempos antiguos. Inicialmente los licores fueron elaborados en la edad media por físicos y alquimistas como remedios medicinales, pociones amorosas, afrodisiacos y 'cura problemas. Uno de los métodos de producción era la adición de hierbas y frutas a la base. "Una delicada crema es la de tequila, compuesta por tequila blanco, extracto de café y crema de leche. Contrario a lo que se pensaría, esta es una de las cremas más suaves, pues tan sólo contiene un 15% de alcohol" (Espinosa, 2005). De acuerdo a Muir y Banks (1985), la historia de la elaboración de licores de crema se remonta a formulaciones de bebidas escocesas antiguas elaboradas a base de crema, whisky y otros ingredientes; mientras que la historia más reciente describe formulaciones de bebidas australianas con leche entera evaporada, azúcar, alcohol y saborizante. "En 1971 se creó en Irlanda una bebida única que unía dos de los productos más finos del país: la crema fresca de leche y el whiskey Irlandés. Finalmente, el 26 de Noviembre de 1974 nació un nuevo tipo de bebida: la crema de licor. Fue realizado de una forma realmente genial y se consiguió lo que otros habían fallado en conseguir: una mezcla única de crema y whiskey" (LICOREA, 2006).

Un licor de crema es "una emulsión del tipo aceite en agua, de pequeñas gotas de grasa, estabilizadas por caseinato de sodio, en una dispersión acuosa conteniendo de 10 a 20% de etanol y generalmente también sacarosa hasta una concentración de 20%" (Horne, 2003).

Tabla 1. *Rango usual de composición de licores de crema*

Componente	% (p/p)
Grasa de leche	2,5 – 17,0
Azúcares añadidos	15 – 20
Caseinato de sodio	2,0 – 3,5
Sólidos no grasos de leche (de la crema)	1,0 – 1,4
Sólidos totales	32 – 42
Etanol (Whisky, tequila, brandy, etc)	12 – 17,0
Agua	46 – 51

Fuente: Adaptado de Kaustinen y Bradley (1987), Muir y Banks (1986b, 1985), Abbott y Savage (1985), Banks et al. (1981a)

Durante los últimos 10 años, la Industria Licorera ha generado diversos productos tales como crema de café, crema de cacao, crema triple seca, a base de naranja. Algunos de los más conocidos licores cremas que se comercializan en la región son:

- a. **Baileys original Irishcream.** En noviembre de 1974, los directores de la empresa R & A Bailey & Cie se reunieron para crear una bebida nueva, en aquella memorable reunión hubo un señor, Mister David Dand, que sugirió combinar whiskey irlandés, crema de leche y cacao con otros ingredientes. El resultado fue la invención del Bailey`s Original IrishCreamLiqueur

- b. **“Sheridans” licor de leche y café.** En 1992, en Irlanda se inventó otro licor, el Sheridans, que se vende en una botella doble, una de las mitades contiene crema de leche mezclada con un buen trago de whiskey, la otra una mezcla de café y cacao, cuando se sirve muy lentamente, el licor adquiere a la vista un gran parecido al café irlandés. Entre todos los licores

de café, Sheridans destaca por muchos motivos, uno de ellos su sabor penetrante, en el café, y dulce y sabroso en el licor de vainilla.

- c. **"Carolans " Crema de Whisky Irlandesa.** El hecho de que los licores de crema se originaran en Irlanda no es una coincidencia ya que Irlanda tiene una gran tradición en la producción de lácteos de calidad y destilando licores (la destilería más antigua de whisky en el mundo fue fundado en Irlanda en 1608). Es la unión de estas dos tradiciones con la experiencia de Irlanda la que se encuentra detrás de la historia de éxito de Carolans. Como todos los licores de crema irlandeses Carolans combina crema y whisky irlandés, obteniendo su sabor superior de la mezcla sutil de sabores, principalmente la miel.

1. Composición de licores

Los licores de crema son aquellas bebidas alcohólicas que incorporan junto con el etanol otro tipo de ingredientes como crema de leche, azúcar, frutas y estabilizantes si se requieren.

Su contenido alcohólico se encuentra en torno al 17% del volumen y dado su aroma y sabor a crema de leche principalmente, su ingesta resulta muy agradable.

- a. **Crema de leche.** Se usa crema fresca de leche con ~48 % de contenido de grasa. Estudios muestran que la vida de anaquel de los licores de crema a 45 °C está relacionada ampliamente con los componentes de la fase no grasa de la crema, siendo el más importante el calcio ionizado (Banks, Muir, Wilson, 1981).

- b. **Alcohol.** Como fuente de alcohol se puede utilizar alcohol neutro o diversos licores. Por lo general, se agrega algún licor específico de la región o algún licor en función al mercado, tal como Whisky escocés o Whisky irlandés, Cognac, Brandy, Tequila, Ron, etc (Banks, Muir, Wilson, 1982). Aunque se pueden preparar licores de crema con contenidos de etanol dentro del rango entre 12 y 17 % (Tabla 1), recomiendan que el contenido sea cercano a

14 % o mayor, con el fin de prevenir deterioro microbiano (Kaustinen, Bradley, 1987).

- c. Caseinato de sodio.** Esta sustancia se obtiene de leche fresca desnatada y pasteurizada por coagulación ácida, neutralización y secado. Su principal función es emulsificar correctamente el alcohol y la crema de leche. En un estudio industrial acerca de los efectos de los pasos del proceso de fabricación de caseinatos de sodio, sobre su funcionalidad en licores de crema análogos, libres de grasa, se encontró que el método de secado de la caseína ácida afecta significativamente su estabilidad al alcohol, la sensibilidad a la precipitación por calcio y la estabilidad de la viscosidad (Banks, Muir, 1985). El caseinato de sodio puede ser reemplazado por emulsificantes convencionales, como estearatos de glicerilo, pero estos últimos ejercen fuerte influencia sobre los atributos sensoriales de los licores, por lo que la opción preferida es el primero. La relación proteína/grasa recomendada es de ~0,2. El caseinato de sodio desestabiliza al producto a pH bajo, por lo que no se debe usar en licores de crema que se van a mezclar con bebidas carbonatadas; es importante saber las características deseadas en el producto terminado para formularlo con el emulsificante adecuado (Mehra, Walsh, O’Kennedy, Kelly, 1998).
- d. Almidón modificado.** El almidón es un polisacárido vegetal. Es un nutriente que está presente en la alimentación, aportando grandes beneficios al organismo al proporcionar entre el 70% y 80% de las calorías que contienen los alimentos. Entre los distintos tipos de almidón aplicados en el sector alimenticio, para este trabajo la atención se centrará en uno en especial: el almidón modificado. Denominado así porque ha sido obtenido tras un proceso químico en el cual se generan reticulaciones, brindando una serie de ventajas sobre los almidones comunes, que no resisten mucho al calentamiento prolongado (esterilización de diversas conservas, platos cocidos con salsas, alimentos infantiles, etc.), pues se genera un estallido de los gránulos, una solubilización e hidrólisis parcial de las moléculas

constitutivas y un descenso de la viscosidad. Una baja proporción de reticulación estabiliza el estallido de los gránulos hinchados y permite mantener una viscosidad elevada, mientras que una mayor proporción de reticulación, protege al almidón contra un calentamiento prolongado. Así el almidón modificado prolonga la vida útil de los alimentos, garantizando la calidad de los mismos al mejorar la textura, brindar un mayor sabor y resistencia a los procesos de cocción o calentamiento. También se fabrican almidones de papa modificados para aplicaciones específicas que mejoran los rendimientos.

- e. **Azúcar.** Entre los azúcares evaluados en licores de crema, tanto individualmente como en combinación, se encuentran la fructosa, la sacarosa, la glucosa, la maltosa y el sorbitol. Estos azúcares aportan dulzor e imparten otros atributos sensoriales, además de afectar la percepción bucal de intensidad alcohólica. Se ha encontrado reportado que la sustitución de sacarosa por sorbitol en los licores de crema aumenta la vida de anaquel del licor de manera similar a cuando se controlan los niveles de calcio iónico (Heaton, Robinson y Lewin, 1980)

2. Procesos de fabricación

Los licores de crema pueden fabricarse mediante procesos similares, el paso inicial es la disolución del caseinato de sodio en agua, a temperaturas entre 80 y 85°C. A esa solución se le agrega el azúcar, el citrato de sodio y la crema, obteniendo una base de crema a partir de la cual continúa la fabricación, ya sea añadiendo el alcohol o bebida alcohólica, el colorante y el saborizante, antes de homogenizar (si es proceso de una etapa), o después de homogenizar (si es de dos etapas).

La eficacia de la homogenización para reducir el tamaño de los glóbulos de grasa depende principalmente de la temperatura y la presión y en menor grado, del tipo de homogeneizador. Después de homogenizar, la mezcla se enfría a una temperatura entre 10 y 30 °C. Una vez obtenida la base homogenizada, se filtra el

licor de crema antes de envasarlo, debido a que durante la fabricación pueden aparecer pequeños precipitados que forman un anillo de aspecto indeseable en el cuello de la botella (Banks, Muir y Wilson,1985).

3. Análisis del producto

Los análisis comúnmente realizados a los licores de crema son los siguientes: densidad, pH, contenido de proteína mediante la técnica de Macro-Kjeldhal (después de evaporar el etanol en un baño de agua en ebullición), contenido de sólidos totales mediante la técnica de placa caliente, contenido de grasa usando el método de Gerber, viscosidad (usualmente con un viscosímetro Brookfield, a velocidad de corte constante de 79 s⁻¹ y a 30°C), estabilidad del producto (Muir y Banks,1985).

4. Atributos sensoriales de la bebida

- a. **Color y apariencia.** Los licores de crema, deben presentar un color limpio, natural, con un aspecto liso, aterciopelado. El color natural puede extenderse de un brillante blanco a un color de nata ligero. La superficie debería aparecer lisa y seca sin la separación de suero excesiva. Debe ser libre del sedimento visible y de decoloración de la superficie. Los ingredientes de condimento deben ser constantes en el tamaño y color para producir la apariencia deseada de un producto terminado (USDA,2000).

- b. **Sabor.** Deberá poseer un sabor agradable, suave, aromático a fruta, ácido y deberá ser libre de sabores indeseables como: rancio, oxidado, añejo y sucio. Los ingredientes de condimento serán añadidos en un nivel suficiente para impartir un sabor deseable característico al producto final (USDA,2000).

- c. **Consistencia.** Debe ser ligeramente viscosa, uniforme, libre de masas o grano y fácil de batir. Los ingredientes de condimento que se incorporen

adicionalmente, serán consistentes en el tamaño y la distribución del producto final (USDA, 2000).

- d. **Evaluación sensorial.** Los métodos afectivos cuantitativos miden las respuestas de los consumidores relacionadas a atributos sensoriales. En una prueba hedónica, el catador responderá a las diferentes cualidades organolépticas evaluadas dándoles una puntuación sobre una escala que puede traducirse a valores numéricos. Con esta prueba se podrá conocer la calidad organoléptica de un producto para cada atributo sensorial a evaluar (Meilgaard, 2006).

2.3 Conceptual

El licor de cacao se viene elaborando de forma artesanal en muchas ciudades de nuestro país, producto que se puede industrializar con un correcto diseño de planta y una mediana inversión.

Lo que se busca en nuestra tesis es desarrollar una planta para la producción de licor de cacao, la cual sea rentable con tecnología óptima para su implementación. Para ello se realizara el diseño de planta, teniéndose como objetivos la determinación de la localización estratégica, el cálculo para el tamaño óptimo de la planta (TM/ año), y la proyección económica de esta.

Por ende, poder abrir un nuevo mercado a un producto distinto y versátil. Ampliando las fronteras para las pequeñas empresas productoras de cacao en barra, dándole mayor valor agregado a la materia prima (cacao y aguardiente).

Cabe resaltar que el cacao se produce en la amazonia peruana, y se comercializa en su mayoría como materia prima, implementar una planta para la producción de licor de cacao nos brindaría una mejora a nuestra industria.

2.4 Definición de términos básicos

- a. MINAGRI: Ministerio de Agricultura.
- b. COMEX: Comercio Exterior.
- c. MINCETUR: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.
- d. Diseño: Proyecto, plan que configura algo.(RAE, 2018)

- e. Cacao: Árbol de América, de la familia de las esterculiáceas, de tronco liso de cinco a ocho metros de altura, flores pequeñas, amarillas y encarnadas, cuyo fruto se emplea como principal ingrediente del chocolate. (RAE, 2018)
- f. Licor: Bebida espirituosa obtenida por destilación, maceración o mezcla de diversas sustancias, y compuesta de alcohol, agua, azúcar y esencias aromáticas variadas. (RAE, 2018)
- g. Factibilidad: Cualidad o condición de factible. (RAE, 2018)
- h. INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática
- i. PEA: Población Económicamente Activa
- j. Macerar: Mantener sumergida alguna sustancia sólida en un líquido a la temperatura ambiente, con el fin de ablandarla o de extraer de ella las partes solubles. (RAE, 2018)
- k. Destilación: Acción y efecto de destilar.(RAE, 2018)
- l. Viático: Prevención, en especie o en dinero, de lo necesario para el sustento de quien hace un viaje. (RAE, 2018)

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.2 Hipótesis general.

El diseño de una planta para la producción de licor de cacao es factible.

3.1.3 Hipótesis específicas.

1. La localización de la planta para la producción de licor de cacao será en la Ciudad de Lima
2. El tamaño óptimo para la producción de licor de cacao está dentro rango 500 000 a 1000000 litros/año

3. La inversión estimada será de 3 millones de soles.

3.2 Definición conceptual de variables

1. Variable independiente

X1= Localización de la planta

X2= Tamaño óptimo de la planta

X3= Inversión económica

2. Variable dependiente

Y= Planta de producción de licor de cacao

3.3 Operacionalización de variables

Se definen las variables en la Tabla 2.

Tabla 2. Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	MÉTODOLÓGÍA
I. Dependientes		I. Dependientes	
Y= Planta de producción de licor de cacao	Flujo	L/s	Cuantitativo
II. Independientes		II. Independientes	
X1= Localización de la planta	Ubicación estratégica	Costos en traslados	

X2= Tamaño óptimo de la planta	Producción anual	TM / año	Flujo de fondos
X3= Inversión económica	Viabilidad financiera	VAN , TIR	

Elaboración propia

IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y Diseño de Investigación

Los tipos de investigación que se realizarán en el presente trabajo de tesis son:

- a. **Por su finalidad** es de tipo aplicada, puesto que busca diseñar nuevas tecnologías para la investigación en campos del conocimiento no estudiados o poco estudiados.
- b. **Por el énfasis de la naturaleza de los datos manejados** es del tipo cualitativa - cuantitativa porque las variables de la investigación obedecen a este tipo.

4.2 Método de investigación

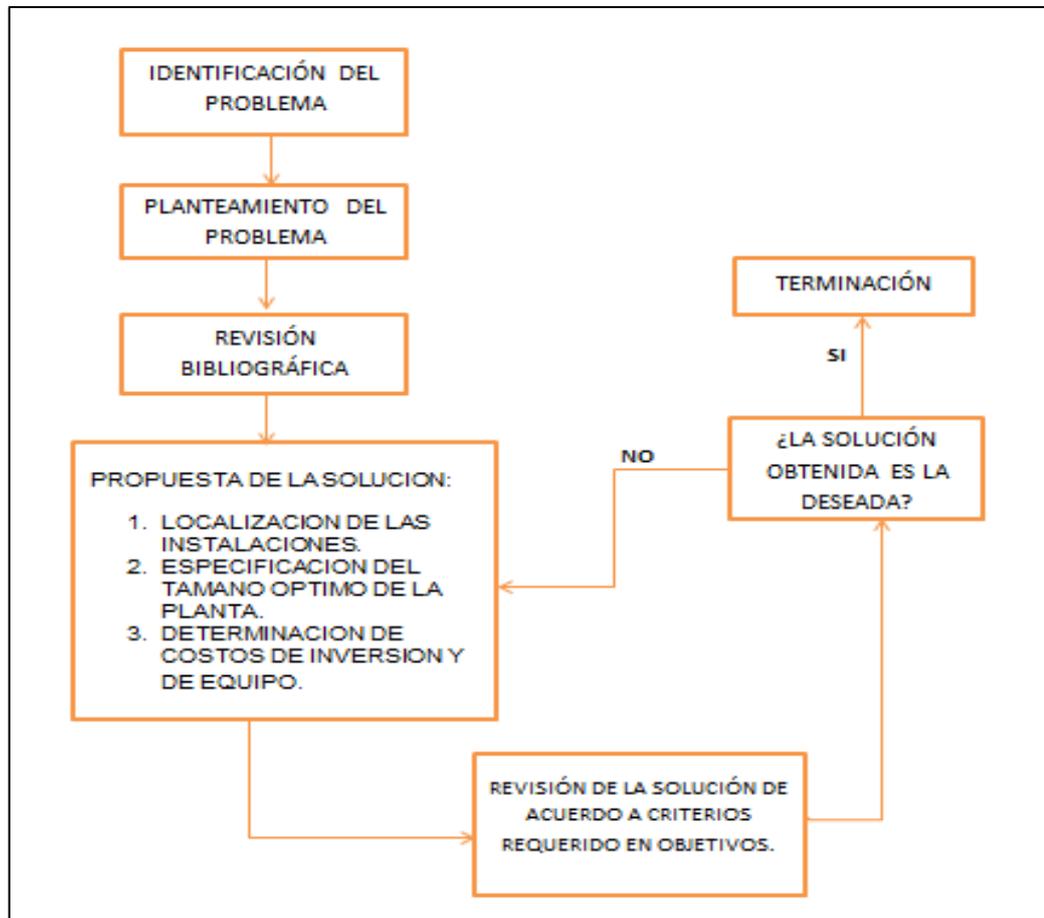


Figura 4. Diagrama de bloques de la metodología empleada en el diseño

4.2.1 Localización de Planta

Para determinar la ubicación de la planta de producción de licor de cacao, se ha tomado en consideración los siguientes factores de localización:

- **Cercanía de la materia prima.**- La cercanía a la principal materia prima es un factor muy importante para la localización de la planta industrial, porque el transporte de la materia prima implica un costo que se podría reducir cuanto más cerca se encuentre los lugares de producción.

Según un Estudio del Cacao en el Perú y en el mundo realizado por el Ministerio de Agricultura y riego (MINAGRI), con relación a las regiones donde

se produce cacao en grano, destaca (2015) la región de San Martín con el 43% de toda la producción nacional.

Sin embargo, para este proyecto se ha establecido como materia prima la pasta de cacao para la elaboración de licor de cacao, por lo que se ha consultado bibliografía donde se registra las principales empresas que la comercializan.

Por lo tanto, la localización de planta está entre las provincias de Ica y Lima, donde se encuentran las principales empresas productoras de pasta de cacao. En la Tabla 3, se puede notar la diferencia de abastecimiento de materia prima (pasta de cacao).

Tabla 3. *Producción de pasta de cacao*

REGIÓN	SITIO	CANTIDAD TM/AÑO
Ica	Pisco	781
Lima	San Juan Lurigancho	40

Fuente: Veritrade, Exportaciones ene – Dic 2018

- **Disponibilidad de la mano de obra.**- Según las estadísticas realizadas por el INEI (2016), la población económicamente activa (PEA) a nivel nacional alcanzó las 16 millones 903 mil 700 personas, los sectores analizados de nuestro interés son mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4. *Población económicamente activa*

REGIÓN	PEA	% PEA
Ica	421,2	2,5%
Lima	4884,3	28,8%

Fuente: Instituto nacional de Estadística e informática – Encuesta nacional de hogares.

- **Disponibilidad eléctrica.**- Esta puede ser obtenida de diferentes formas, dependiendo del recurso disponible en la zona. Según el compendio estadístico Perú 2017 realizado por el INEI, se tiene los siguientes datos de producción de energía eléctrica por tipo de generación, según departamento, siendo de nuestro interés los departamentos mostrados en la Tabla 5. (Instituto nacional de estadística e informática).

Tabla 5. *Producción de energía efectiva*

REG.	AL E. ELÉC. (GWh)	HIDRÁUL.	TÉRM.	SOL.	EÓL.
Ica	1 411,3	–	832,1	–	579,2
Lima	24 143,2	6 036,8	18 106,5	–	–

Fuente: Instituto nacional de Estadística e informática – Encuesta nacional de hogares.

- **Disponibilidad de agua potable.**- Según el compendio estadístico 2017, la producción de agua potable según tamaño de empresa prestadora de servicios de saneamiento. (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento)

Tabla 6. *Producción de Agua Potable*

REGIÓN	SITIO	EPS	m ³
Ica	Pisco	EMAPA PISCO SA	6 391
Lima	San Juan de Lurigancho	SEDAPAL SA	14 745

Fuente: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento

- **Facilidad de transporte.**- El Terminal Portuario General San Martín, es uno de los puertos más importantes y estratégicos del Perú, se encuentra ubicado en la bahía de Paracas, provincia de Pisco, región Ica al sur del país en cual llegan y salen embarcaciones marítimas nacionales y extranjeras. El terminal portuario tiene acceso a la ciudad de Pisco a través de una carretera asfaltada de doble vía de 40 Km de longitud, la cual se conecta con la Panamericana Sur. Las vías de comunicación en Lima cuentan con la carretera Panamericana Sur y Panamericana Norte para conectar la planta industrial con el puerto y aeropuerto ubicados en el Callao. (Machaca G., L. 2013)
- **Características del terreno.**- Para la evaluación del terreno se requiere el costo del terreno por metro cuadrado en cada una de las localidades analizadas, análisis que se muestra en el **Tabla 6.** (Inmobiliaria Mantyobras)

Tabla 7. Costo de terreno

REGIÓN	SITIO	COSTO \$/m ²
Ica	Pisco	115
Lima	San Juan de Lurigancho	654,8

Fuente: www.mantyobras.com

- **Evaluación y elección de la localización de planta.**- La selección de la ubicación de la planta industrial para las alternativas propuestas, se realizó usando el método semicuantitativo, el cual consiste en calificar con una escala de 0 – 100, teniendo en cuenta los factores de localización analizados. (Elaboración propia)

Tabla 8. Calificación y ponderación

PUNTAJE	ESCO RELATIVO	CLASIFICACIÓN
9 – 10	90 – 100	Excelente
7 – 8	70 – 80	Muy bueno
5 – 6	50 – 60	Bueno
3 – 4	30 – 40	Regular
1 – 2	10 – 20	Inadecuado

Elaboración propia

Tabla 9. Evaluación y calificación de factores locacionales

Factores de Localización	Selección de la Región	Selección del Sitio	Localización 1		Localización 2	
			Región Lima	Sitio J.L	Región Ica	Sitio Pisco
Acceso a la materia prima	X		40		80	
Disponibilidad de mano de obra	X	O	80	30	60	30
Disponibilidad de energía eléctrica	X	O	80	30	40	40
Disponibilidad de agua potable	X	O	70	70	40	40
Facilidad de transporte	X	O	60	30	70	70

Característica del terreno		O		50		70
Total			330	50	190	80

Elaboración propia.

De los resultados mostrados en el tabla 8 concluimos que la localización adecuada para el proyecto de una planta industrial para la producción de licor de cacao es Lima en el distrito de San Juan de Lurigancho.

4.2.2 Determinación de tamaño de planta

A. Tamaño de planta máximo

El tamaño de planta máximo se determinó en función a la demanda del proyecto, debido a que actualmente no hay información específica del consumo de licor de cacao en el Perú se tomó como referencia el tamaño del mercado del vino en el Perú, desde los años 2005 al 2011, el cual ha demostrado una rápida expansión.

Tabla 10. *Demanda aparente del vino 2012 - 2016*

Año	Producción (Litros)	Importaciones (Litros)	Exportaciones (Litros)
2012	33548956	10134234	390648
2013	35475007	8878987	443918
2014	36938123	9112342	1291112
2015	38709862	9923340	1200734
2016	40404446	10717207	1296793

Fuente: Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta productora de vino a partir de una con camucamu

Con los datos mostrados en la tabla anterior, calculamos la demanda aparente, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Demanda aparente} = \text{Producción} + \text{Importación} - \text{Exportación}$$

Los datos obtenidos se muestran en la tabla 12.

Tabla 11. *Proyección de la demanda aparente de vino*

Año	Demanda aparente de vino (Litros)
2012	43292542
2013	43910076
2014	44759353
2015	47432468
2016	49824860

Elaboración propia

Teniendo en consideración, como un escenario realista tomar solo el 0.5 % de la demanda aparente de vino, por lo tanto haciendo los siguientes cálculos tenemos la tabla de la demanda aparente de licor de cacao en litros/año.

Tabla 12. *Proyección de la demanda aparente de licor de cacao*

Año	Demanda aparente de licor de cacao (Litros)
2012	2164627.10
2013	2195503.8
2014	2237967.65
2015	2371623.4
2016	2491243

Elaboración propia

Por la tanto con estos datos calculamos la demanda proyectada y seleccionamos el modelo econométrico según el índice de correlación.

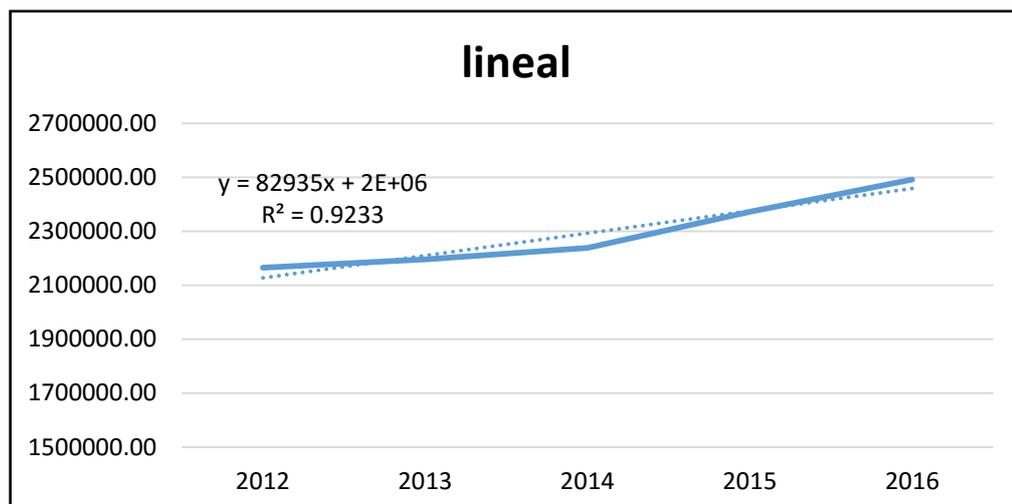


Figura 5. *Modelo lineal de la*

demanda aparente del licor de cacao
Elaboración propia

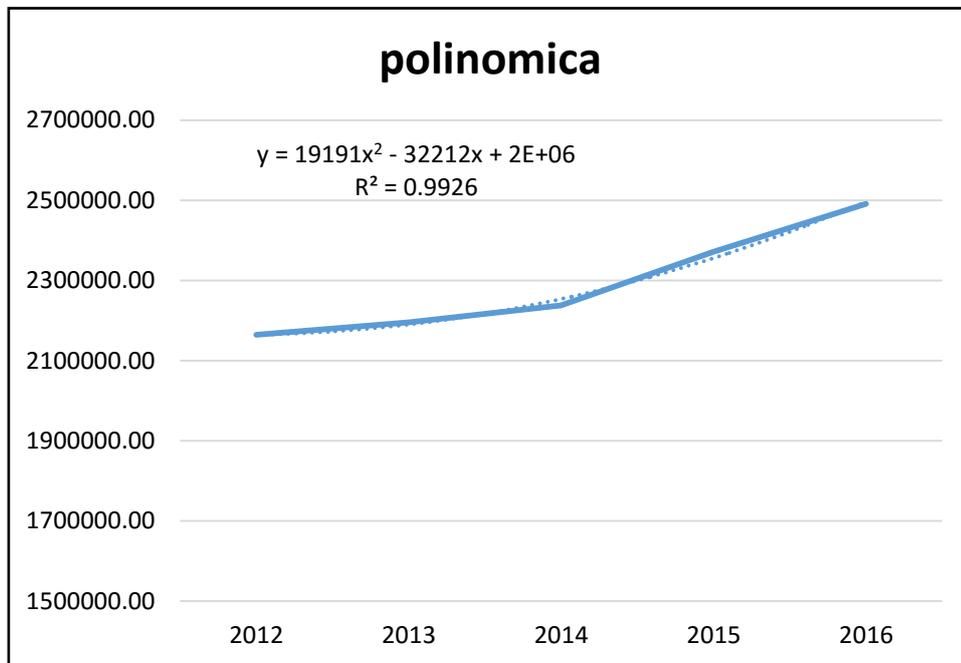
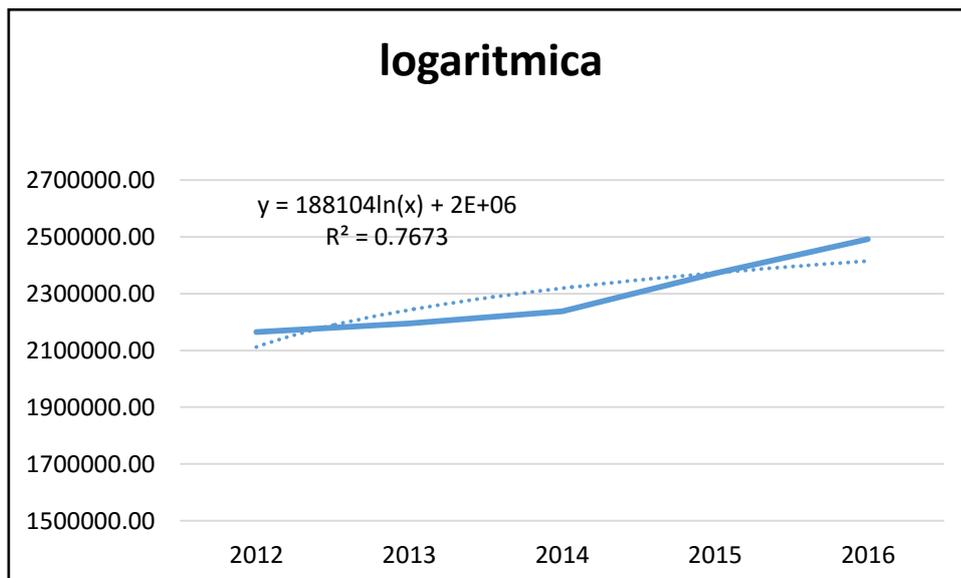


Figura 4. Modelo polinómico de la demanda aparente del licor de cacao
Elaboración propia



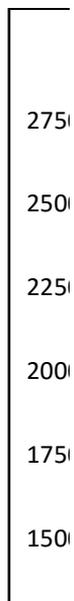


Figura 5. Modelo logarítmico de la demanda aparente del licor de cacao
 Figura 6. Modelo exponencial de la demanda aparente del licor de cacao
 Elaboración propia

Del análisis de los gráficos obtenemos lo siguiente:

Tabla 13. Modelos Econométricos

Modelo econométrico	ecuación	R ²
Lineal	$Y=A+BX$	0.9233
Exponencial	$Y=A \cdot B^X$	0.9303
Polinómico	$Y=A+BX+CX^2$	0.9926
logaritmica	$Y=A+\ln X$	0.7673

Elaboración propia

Siendo el modelo polinómico el seleccionado, por presentar mayor índice de correlación y que tiende a la unidad, la ecuación modelo cuadrática es:

$$y = 19191.264x^2 - 32212.44x + 2177726.4$$

Con este modelo econométrico proyectamos la demanda aparente para los próximos 10 años.

Tabla 14. *Demanda Proyectada*

año	Demanda proyectada Litros/año
2019	3148267.78
2020	3442306.82
2021	3774728.40
2022	4145532.50
2023	4554719.14
2024	5002288.30
2025	5488239.98
2026	6012574.20
2027	6575290.94
2028	7176390.22

Elaboración propia

Para este estudio trabajaremos para cubrir el 10% de la demanda.

Tabla 15. *Demanda proyectada al 15%*

año	Demanda proyectada de licor de cacao litros/año
2019	472240.17
2020	516346.02
2021	566209.26
2022	621829.88
2023	683207.87
2024	750343.24
2025	823236.00

2026	901886.13
2027	986293.64
2028	1076458.53

Elaboración propia

A partir de la demanda proyectada hallamos las tasas de crecimiento promedio (r) para determinar el tamaño de planta máximo:

$$T_0 = D_1 * R^{n_0}$$

$$r_i = \frac{D_{i+1} - D_i}{D_i} * 100$$

Tabla 16. *Demanda Proyectada TM/año*

Año	Demanda	
	proyectada L/año	r_i
2019	472240.17	
2020	516346.02	0.0934
2021	566209.26	0.0966
2022	621829.88	0.0982
2023	683207.87	0.0987
2024	750343.24	0.0983
2025	823236.00	0.0971
2026	901886.13	0.0955
2027	986293.64	0.0936
2028	1076458.53	0.0914

Elaboración propia

La tasa de crecimiento promedio será:

$$r_{prom} = \frac{\sum_i^n r}{n} = 0.0959$$

Luego tenemos que

$$R = r_{prom} + 1 = 1.0959$$

Hallando n_0 :

$$\frac{1}{R^{n_0}} = \frac{1 - 2 * (1 - \alpha) * (R - 1) * (N - n_0)}{\alpha * (R + 1)}$$

$$\alpha = 0.8$$

N=10

R=1.09659

Reemplazando:

$$\frac{1}{1.0959^{n_0}} = \frac{1 - 2 * (1 - 0.8) * (1.0959 - 1) * (10 - n_0)}{0.8 * (1.0959 + 1)}$$

$$n_0 = 6.9856$$

Entonces tenemos que el tamaño de planta máximo es:

$$T_0 = D_1 * R^{n_0}$$

$$T_0 = 472240.17 * 1.0959^{6.9856}$$

$$T_0 = 895337.4 \text{ Litros/año}$$

B. Tamaño de planta mínimo

La relación, tamaño de planta – punto de equilibrio se determinó partiendo de la definición de punto de equilibrio donde el costo total anual de los productos se hace igual al ingreso por ventas, así tenemos:

Costo total (CT) = Ingreso por ventas (I)

$$C_T = I$$

El ingreso por ventas:

$$I = p * Q_V \quad (1)$$

Dónde:

Q_V : Cantidad a producir para venta

p : Precio de venta

Costo total:

$$C_T = C_F + C_V \quad (2)$$

Costo variable:

$$C_V = V * Q_P \quad (3)$$

Reemplazando las ecuaciones (1) y (3) en (2)

$$p * Q_v = C_F + v * Q_p \quad (4)$$

En el punto de equilibrio se tiene que:

$$Q_v = Q_p = Q_{min} \quad (5)$$

Reemplazando (5) en (4) :

$$p * Q_{min} = C_F + v * Q_{min} \quad (6)$$

$$Q_{min} = \frac{C_F}{p - \hat{c}_v} \quad (7)$$

Tenemos:

Reemplazando en la ecuación (7), el tamaño de planta mínimo es:

$$Q_{min} = \frac{84973.794 \text{ litros}}{\text{año}}$$

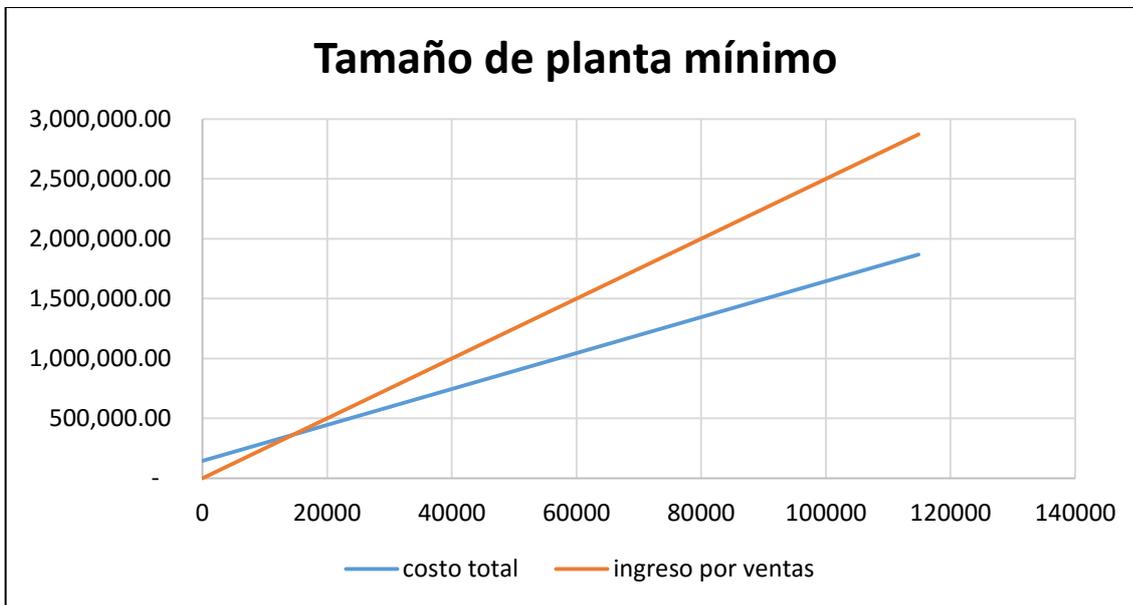


Figura 9. Gráfica del tamaño de planta mínimo

C. Tamaño de planta recomendado

Luego de determinar los tamaños de planta máximo y mínimo, enseguida procedemos a determinar el tamaño de planta óptimo, para ello hemos calculado la rentabilidad óptima traducida en utilidades con cada una de estas relaciones de tamaño de plantas utilizando el método de estado de pérdidas y ganancias, con las siguientes ecuaciones:

$$\hat{U} = Q_{opt}(p - v) - C_F \quad (8)$$

$$U = I_{inv} + \sum_{i=1}^n \hat{U} \quad (9)$$

El nivel de inversión total para cada uno de los tamaños de planta hemos calculado con el modelo de escalamiento, para el cual utilizaremos como referencia una planta de producción de cervezas artesanales, siendo su producción de 3337 hectolitros/año y una inversión de S/ 1 004 730.00

Con la ecuación del modelo de escalamiento siguiente calculamos:

$$I_2 = I_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^\alpha \quad (10)$$

Dónde:

I_1 : Inversión total de la capacidad de planta similaro referencial, \$/año

I_2 : Inversión total de la capacidad de planta nueva o proyectada, \$/año

T_1 : Tamaño o capacidad instalada de planta similar o referencial, TM/año

T_2 : Tamaño o capacidad instalada de planta nueva o proyectada, TM/año

α : 0,6 para industria química

α : 0,8 para industria alimentaria

α : 0,85 para industria Metalúrgica

α : Para industria textil

Entonces con la ecuación (10) calculamos:

$$I_2 = I_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^\alpha$$

$$I_2 = 1004730 * \left(\frac{895337.4}{333700} \right)^{0.8}$$

$$I_2 = 2212859.22 \text{ Soles}$$

Calculando la inversión para los tamaños de planta obtenido.

La evaluación económica para el tamaño de planta – máximo y mínimo hemos calculado teniendo en cuenta los siguientes valores:

Precio de venta: S/ 25/ litro

\hat{C}_v : S/ 20/litro

Tabla 17. Estado de pérdidas y ganancias - TP Máximo

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7
Inversión (I)	S/. 2,212,859.22							
Demandanda proyectada L/año (Qv)		472240.17	516346.02	566209.26	621829.88	683207.87	750343.24	823207.87
Capacidad de planta L/año (Qp)		358134.96	447668.70	537202.44	626736.18	716269.92	895337.4	895337.4
INGRESOS								
Precios venta S/. / L (p)		S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00
Costo de venta S./L (Cv)		S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00
Ingresos por ventas S. / año	S/. -	S/. 1,790,674.80	S/. 2,238,343.50	S/. 2,686,012.20	S/. 3,133,680.90	S/. 3,581,349.60	S/. 4,476,687.00	S/. 4,476,687.00
Costos fijos S./año (Cf)		S/. 832,035.07	S/. 832,035.07	S/. 832,035.07	S/. 832,035.07	S/. 832,035.07	S/. 832,035.07	S/. 832,035.07
Utilidad S/. (U)	S/. -	S/. 958,639.73	S/. 1,406,308.43	S/. 1,853,977.13	S/. 2,301,645.83	S/. 2,749,314.53	S/. 3,644,651.93	S/. 3,644,651.93
Utilidad total S/. (I-U)	S/. - 2,212,859.22	S/. - 1,254,219.49	S/. - 806,550.79	S/. - 358,882.09	S/. - 88,786.61	S/. - 536,455.31	S/. - 1,431,792.71	S/. - 1,431,792.71

Tabla 18. Estado de pérdidas y ganancias - TP mínimo

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7
Inversión (I)	S/. 2,212,859.22							
Demandanda proyectada L/año (Qv)		472240.17	516346.02	566209.26	621829.88	683207.87	750343.24	823207.87
Capacidad de planta L/año (Qp)		33989.52	42486.90	50984.28	59481.66	67979.0352	84973.794	84973.794
INGRESOS								
Precios venta S/. / L (p)		S/. 25.00						
Costo de venta S./L (Cv)		S/. 20.00						
Ingresos por ventas S. / año	S/. -	S/. 169,947.59	S/. 212,434.49	S/. 254,921.38	S/. 297,408.28	S/. 339,895.18	S/. 424,868.97	S/. 424,868.97
Costos fijos S./año (Cf)		S/. 424,868.97						
Utilidad S/. (U)	S/. -	S/. -254,921.38	S/. -212,434.49	S/. -169,947.59	S/. -127,460.69	S/. -84,973.79	S/. -0.00	S/. -0.00
Utilidad total S/. (I-U)	S/. - 2,212,859.22	S/. - 2,467,780.60	S/. - 2,425,293.71	S/. - 2,382,806.81	S/. - 2,340,319.91	S/. - 2,297,833.02	S/. - 2,212,859.22	S/. - 2,212,859.22

4.2.3 Descripción de la tecnología y diseño de los equipos

A. Proceso de producción

1. Análisis de la materia prima:

- **Pasta de cacao.**- Elaborado de 100% grano de cacao, convencional u orgánico. La pasta de cacao se adquirirá de la empresa Comercial Industrial Del Cacao S.A.C. que se encuentra en Chaclacayo.

Tabla 19. Ficha técnica de la pasta de cacao

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS	
Color	Marrón oscuro
Aspecto	Pasta
Olor	Característico del cacao
Sabor	Característico del cacao
CARACTERÍSTICAS BROMATOLOGICAS Y FISICAS	
Humedad	Max. 2%
Grasa (manteca de cacao)	53+-2
Ceniza	Max. 4%
pH (solución al 10%)	5.2 – 6.2
Fineza (200 mesh, 75u)	99%
Recuento de mesofilos aeróbicos (UFC/g)	<5000
Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	<50
Numeración de coliformes totales (NMP/g)	<3
Detección de E. coli (NMP/g)	<3
Detección de salmonella	Ausencia en 25g
CARACTERÍSTICAS QUIMICAS	
Pesticidas	Según la regulación de la UE
Metales pesados	Según la regulación de la UE
Materiales extraños	Ausente

Fuente: GRANDINO SAC. Ficha técnica de la pasta de cacao. Lima. 2016

- **Alcohol etílico.-** El alcohol etílico a emplearse será un alcohol destilado de la caña de azúcar y tratado para su uso en la industria alimentaria. Este tipo de alcohol es conocido como alcohol etílico rectificado extraneutro de 96° vol. El alcohol que utilizaremos será aguardiente puro de la marca Pasión Inka, proveniente de la ceja selva de Cajamarca, Cutervo.
- **Leche condensada.-** Leche concentrada en la que se ha eliminado aproximadamente el 60% del contenido de agua, después de lo cual se añade azúcar antes de su envasado (40% a 45% de azúcar). Se le conoce como leche condensada o como leche condensada azucarada. La leche condensada es rica y espesa, con un color caramelo y un sabor súper dulce. Esta será proveniente de Nestlé La Lechera, que se encuentra en el distrito de Ate Vitarte.
- **Esencia de vainilla.-** La esencia de vainilla es el ingrediente que ayudará a realzar el sabor del licor de cacao por lo que se usa como un saborizante adicional al del cacao. Su alta concentración garantiza un mayor rendimiento por lo que no se requiere de su uso intensivo. La esencia se adquirirá en la marca Negrita, perteneciente al portafolio de marca de la empresa Alicorp S.A.A.

2. Descripción de la tecnología

Utilizaremos la tecnología 1, dándole algunas variaciones.

- Se recepcionará la materia prima. El cacao en pasta, el aguardiente, la leche condensada y la vainilla.
- Teniendo el cacao en pasta, procedemos a molerlo para luego proceder a tamizarlo y así conseguir pulverizarlo. Esto ayudara a que el mezclado sea homogéneo.
- Una vez molido el cacao, se procede a mezclarlo con el aguardiente hasta formar una pasta.
- Cuando ya se logra la pasta se añade la leche condensada y la vainilla.

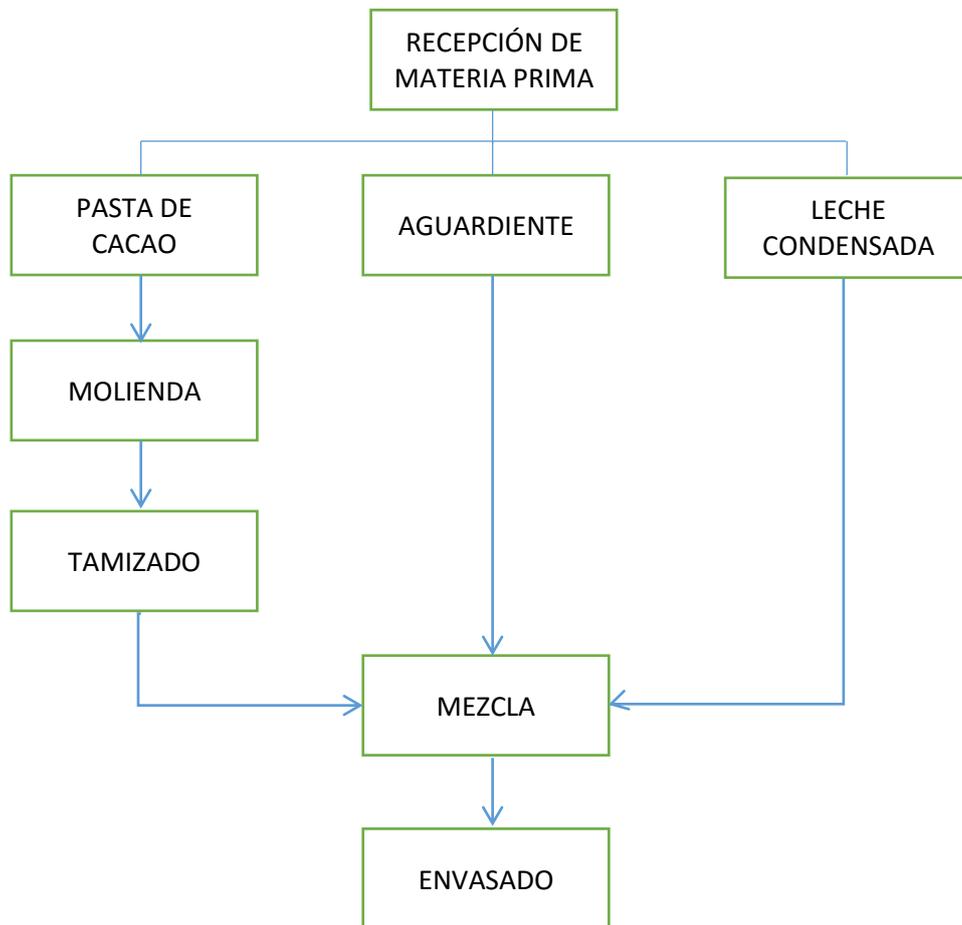


Figura7. Tecnología modificada para la producción de licor de cacao
Elaboración propia

B. Balance de materia

Para el balance de materia se ha considerado el tamaño de planta óptimo 895337.4 litros/año de licor de cacao, por lo tanto tenemos:

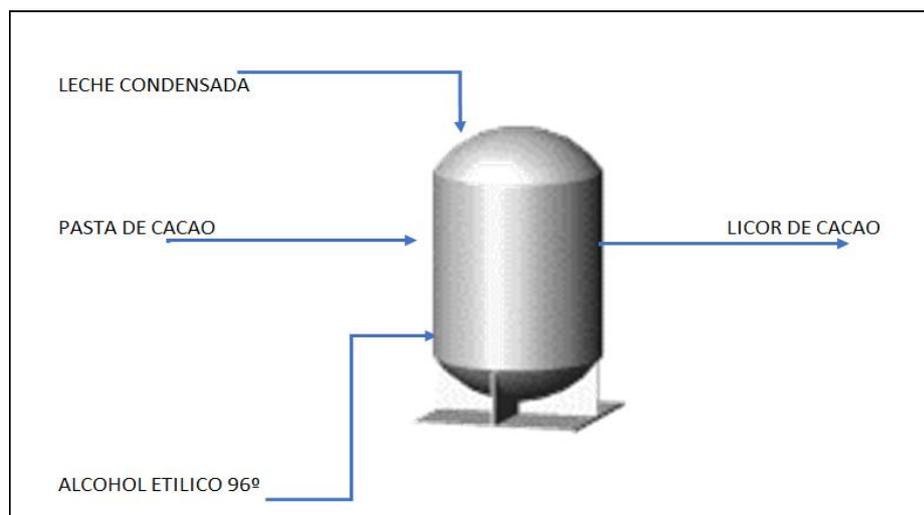


Figura 11. Balance de masa

$$895337.4 \frac{\text{litros}}{\text{año}} \times \frac{1m^3}{1000l} \times \frac{1\text{año}}{260 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{12 h} = 0.29 \frac{m^3}{h}$$

Además:

$$V_{mezcla} = 0.29 \frac{m^3}{h} \times \frac{1h}{60min} \times 30min = 0.15m^3 \langle \rangle 150 \text{ litros}$$

- Para el ingreso de etanol:

$$150L \times \frac{500 mL}{1L} \times \frac{1L}{10^3 mL} = 75 L$$

- Para el ingreso de Pasta de cacao:

$$150 L \times \frac{250 g}{1L} \times \frac{1Kg}{10^3 g} = 37.5Kg$$

- Para la leche condensada:

$$150L \times \frac{200 g}{1L} \times \frac{1Kg}{10^3 g} = 30Kg$$

C. Ingeniería de diseño de detalles

- **Diseño del sistema de agitación Sólido - líquido**

Calculo de capacidad:

Del balance de materia tenemos:

Caudal volumétrico de la mezcla: $0.29 \frac{m^3}{h}$

Velocidad de rotación de impulsor: 10rpm

$$V_{mezcla} = 0.29 \frac{m^3}{h} \times \frac{1h}{60min} \times 30min = 0.15m^3$$

$$V_{reactor} = 1.2 * V_{mezcla}$$

$$V_{reactor} = 1.2 * 0.15$$

$$V_{reactor} = 0.18m^3$$

Dimensionamiento:

Cálculo de la altura y diámetro del tanque agitado:

Para calcular el diámetro usamos la relación altura – diámetro:

$$\frac{H_a}{D} = 1.25$$

Se tiene que el diámetro es:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * V_R}{1.25 * \pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * 0.18}{1.25 * \pi}} = 0.57m$$

Altura de fondo de tabla:

$$h_f = 0.09m$$

Cálculo de la altura de la parte cilíndrica:

$$V_{cil} = V_R - 2V_{fondo}$$

Pero se sabe que:

$$V_{fondo} = 6\%V_{cil}$$

$$V_{cil} = 0.18 - 0.12 * V_{cil}$$

Despejando tenemos:

$$V_{cil} = 0.16 m^3$$

Cálculo de la altura de la parte cilíndrica

$$H_{cil} = \frac{4 * V_{cil}}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0.16}{\pi * 0.57^2} = 0.63m$$

Cálculo de la altura real del reactor:

$$H_{real} = H_{cil} + 2H_{fondo}$$

$$H_{real} = 0.63 + 2 * 0.09$$

$$H_{real} = 0.81 m$$

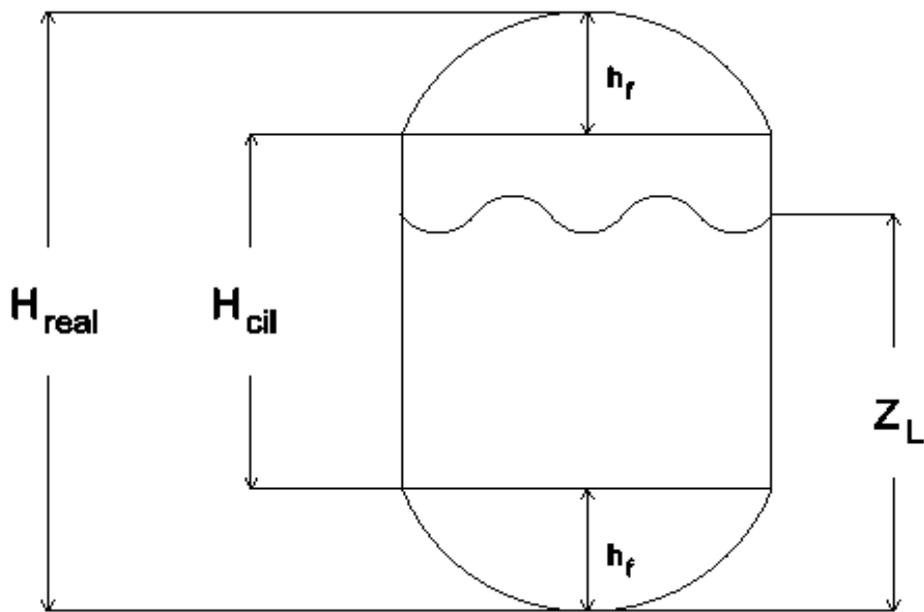


Figura 12. Dimensionamiento del tanque agitado

Cálculo del volumen de la mezcla reaccionante en la parte cilíndrica:

$$V_{mezcla\ en\ cilindro} = V_{mezcla\ total} - V_{fondo}$$

$$V_{mezcla\ en\ cilindro} = 0.15 - 0.0096$$

$$V_{mezcla\ en\ cilindro} = 0.1404\ m^3$$

Cálculo de la altura de la mezcla reaccionante en la parte del cilindro:

$$Z_{mezcla\ en\ cilindro} = \frac{4 * V_{mezcla\ cilindro}}{\pi * D^2}$$

$$Z_{mezcla\ en\ cilindro} = \frac{4 * 0.1404}{\pi * 0.57^2}$$

$$Z_{mezcla\ en\ cilindro} = 0.55m$$

Cálculo del número de impulsores de la siguiente relación:

$$\frac{H_L}{D} = \frac{0.55}{0.57} = 0.96 < 1,4$$

Por lo que solo se utiliza un impulsor de turbinas palas plana de flujo radial.

- **Diseño de equipos de uso genérico**

Diseño del molino de martillo

El molino de martillos actúa por efecto del impacto sobre el material a desintegrar, el cual ingresa por la boca de entrada y por gravedad cae al interior de la cámara de desintegración y nuevamente es golpeado por los martillos hasta que alcanza un tamaño tal que puede pasar por la rejilla de descarga.

Cálculo de la capacidad:

Alimentación: 37.5 Kg

Potencia consumida por el molino KWh/TM

$$P = w_i * \left(\frac{100}{prod}\right)^{\frac{1}{2}} * \left(\frac{\sqrt{r} - 1}{\sqrt{r}}\right)$$

w_i : Índice de trabajo (Tabla de Perry) = 6

$$\sqrt{r} = \left(\frac{F}{P}\right)^{1/2}$$

F : Tamaño de partícula alimentada = 10 cm

P : Tamaño de partícula del producto a malla 200 = 75 micrones

Reemplazando tenemos:

$$\sqrt{r} = \left(\frac{100000}{75}\right)^{1/2}$$

$$\sqrt{r} = 36.5$$

$$P = 6 * \left(\frac{100}{75}\right)^{\frac{1}{2}} * \left(\frac{36.5 - 1}{36.5}\right)$$

$$P = 6.74 \frac{KW h}{TM}$$

$$6.74 \frac{Kw h}{TM} * \frac{1.34Hp}{Kw h} * 0.15 \frac{TM}{h} = 1.35Hp \approx 2Hp$$

Diseño del tamiz

Cálculo de la superficie del tamiz necesario:

Esta superficie se calcula en función de una serie de factores que a continuación se detallan.

$$A = \frac{T}{C.M.K.H.D.S.P}$$

Donde,

- A es la superficie de cribado en m².
- T son las kg/h de alimentación, en este caso 75 (kg/h).
- C es el factor de capacidad de base. Puesto que cualquier material pasa más rápidamente a través de una malla grande que a través de una pequeña, el tamaño de las aberturas de la misma determina la capacidad básica en kg/hora·m². La luz de malla se establece de acuerdo con la clasificación deseada y dicho factor va depender de la luz de malla seleccionada. Como se ha dicho en el punto anterior (selección del tipo de tamiz), para la clasificación deseada se selecciona un tamiz de 0.075 mm de apertura, para el cual el factor de capacidad de base correspondiente es de C = 600 kg/h·m².

- M es el factor de sobretamaño, el cual va a depender del porcentaje de sobretamaño, es decir, la cantidad de material que queda retenido y no pasa a través de la malla. El cual es de un 5 % por tanto el factor $M = 0,3$.
- K es el factor de subtamaño, el cual va a depender del porcentaje de subtamaño, es decir, la cantidad de material inferior a la mitad de la abertura de la luz de malla. Con este factor se considera la facilidad con la cual las partículas menores pasan a través de la luz de malla. Para una abertura de 0.0375 mm (mitad de la abertura de la luz de malla correspondiente a 0.075 mm) el porcentaje de subtamaño es del 90 %, por tanto $K=2$.
- H es el factor de humedad. El contenido en humedad en el material es un medio retardador para un cribado eficiente y causa además obstrucción en la malla de cribado, con la consiguiente pérdida de la efectividad de la superficie de cribado. Para una humedad típica del 10 % el factor $H = 0,2$.
- D es el factor de densidad. Es un factor de corrección de las capacidades básicas para materiales con una densidad distinta a 0.789. En este caso como densidad aparente del material se toma la de la arena, ya que es el componente mayoritario en el suelo contaminado, siendo esta de 789 Kg/m^3 . Por tanto el factor $D = 1$
- S es el factor de superficie útil de malla, el cual va a depender del porcentaje útil de malla (variable en función del tipo de malla seleccionada). Este porcentaje se calcula de la siguiente forma:

$$\frac{L^2}{(D + L)^2} \cdot 100$$

Donde,

- L es la abertura de la luz de malla en pulgadas, en este caso

$$L = 0.0029 \text{ in.}$$

- D es el diámetro de hilo nominal en pulgadas, en este caso

$$D = 0.005 \text{ in.}$$

De forma que se tiene que el porcentaje es:

$$\frac{0.0029^2}{(0.0029 + 0.005)^2} \cdot 100 = 13.5\%$$

Al cual le corresponde un factor S = 1,65.

• P es el factor de piso. En las cribas de mallas múltiples, la selección de dimensión de criba debe basarse en el piso que requiera el área mayor. En general, éste es el piso del medio o el inferior; además, un piso bajo tiene menos área eficiente de cribado que un piso superior, por lo tanto, es necesaria una corrección mediante este factor. Para el caso que nos ocupa, se selecciona una criba vibratoria con un solo piso, por lo que no hay que hacer corrección alguna, de este modo el factor P = 1.

Ya se está en disposición la superficie de cribado necesaria es:

$$A = \frac{75}{600 * 0.3 * 2 * 0.2 * 1 * 1.65 * 1} = 0.63m^2$$

4.2.4 Determinación de la inversión

A. Estimación del costo total de producción:

Costo total de producción: Para realizar el aspecto económico se debe hacer el balance de materia y para ello debemos concordar con el tamaño de planta óptimo:

$$\text{CTP} = \text{Costo de fabricación} + \text{Costos generales}$$

$$\text{Costos de fabricación} = \text{Costos directos de Producción} + \text{Costos fijos} + \text{Costos generales de Planta}$$

Tabla 20. Costos directos de producción

	COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN
Costo de materia prima	Por el balance
Costo de mano de obra	0,15*CTP

visión de operación	0,15*0,15*CTP
costos auxiliares	0,15*CTP
mantenimiento y reparación	0,10*ICF
combustible de operación	0,01*ICF
requisitos de laboratorio	0,15*0,15*CTP
tasas y patentes	0,04*CTP

Fuente: Análisis, síntesis y diseño de procesos químicos (4ª edición). R. Turton

COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN: 0,385*CTP+0,11*ICF

Tabla 21. *Costos Fijos*

	COSTOS FIJOS
Depreciación	0,05*ICF
Impuestos Locales	0,03*ICF
Seguros	0,01*ICF
Alquileres	0,09*ICF

Fuente: Análisis, síntesis y diseño de procesos químicos (4ª edición). R. Turton

COSTOS FIJOS: 0,18*ICF

Tabla 22. *Costos Generales*

	COSTO PARCIAL
Costos de administración	CTP
Costos de distribución	CTP
Costos de investigación	CTP

Fuente: Análisis, síntesis y diseño de procesos químicos (4ª edición). R. Turton

COSTOS GENERALES: 0,18 *CTP

Asimismo se define los costos generales de planta como:

Costos generales de planta = 0.10*CTP

Por lo tanto reemplazando en: CTP = Costos de fabricación + Costos generales, tenemos:

$$CTP = \text{Materia prima} + 0.485 * CTP + 0.29 * ICF$$

Por consiguiente para determinar el costo total de producción (CTP) las variables a calcularse son la inversión de capital fijo (ICF) y el costo de materia prima descritos a continuación:

ICF: Costos directos + Costos indirectos

Costos directos : Costos de equipo + instrumentación + tubería y cañerías instaladas + instalación eléctrica o equipo eléctrico + aislamiento + pintura + obras civiles + instalación de servicios y mejoras del terreno + costo del terreno

Tabla 23. *Costos directos*

	COSTO PARCIAL
Costo de equipo	0,30*ICF
Instalación + aislamiento + pintura	0,40*Costo del equipo adquirido
Instrumentación	0,20*Costo del equipo adquirido
Tuberías y cañerías	0,10*Costo del equipo adquirido
Instalación o equipo eléctrico.	0,15*Costo del equipo adquirido
Obras civiles	0,5*Costo del equipo adquirido.
Instalación de servicios y mejora del terreno	0,07*Costo del equipo adquirido
Costo del terreno	0,015*ICF

Fuente: Análisis, síntesis y diseño de procesos químicos (4ª edición). R. Turton

Costos indirectos: Costos de ingeniería + costos de construcción y honorarios de contratistas y eventuales

Tabla 24. *Costos indirectos*

	COSTO PARCIAL
Costo de ingeniería	0,10*CD
Costo de const.y honorarios	0,15*CD
Eventuales	0,10*ICF

Fuente: Análisis, síntesis y diseño de procesos químicos (4ª edición). R. Turton

El costo de la materia prima se determinó de la siguiente manera:

- Alcohol etílico 96°: 447668.7 litros/año
- Precio de costo: 4 Soles/L

- Pasta de cacao: 223834.35 Kg/año

Precio de costo: 8 Soles/Kg

- Leche condensada: 179067.48 Kg/año
- Precio de costo: 6 Soles/Kg

Costo total de materia prima: 4029018.3 soles/año

Costo de fabricación:

Costos directos de producción (60%C.T.P)

Costos fijos (15%C.T.P)

Costo general de planta (10%C.T.P)

Costos generales

Costos de administración (3% C.T.P)

Costos de distribución y comercialización (12%C.T.P)

A. Estimación de la Inversión total

$$\text{Inversión total} = \text{ICF} + \text{ICT}$$

ICF = Inversión de capital fijo

ICT = Inversión de capital de trabajo

Se sabe que el ICF es el 80% de la inversión total

INVERSIÓN DE CAPITAL FIJO = $0.8 * 2212859.221$

INVERSIÓN DE CAPITAL FIJO = 1770287.38 Soles.

$$\text{INVERSIÓN DE CAPITAL FIJO} = \text{CD} + \text{CI}$$

Tabla 25 Costos directos

CONCEPTO	%	MONTO S/
COSTOS DIRECTOS		
Costo de equipo	30%	531086.213
Instalación + aislamiento + pintura	30%	159325.864
Instrumentación	20%	106217.243
Tuberías y cañerías	10%	53108.6213
Instalación o equipo eléctrico.	15%	79662.932
Obras civiles	50%	265543.107
Instalación de servicios y mejora del terreno	7%	37176.0349
Costo del terreno	1.50%	26554.3107
TOTAL COSTOS DIRECTOS		1258674.32

Fuente: Análisis, síntesis y diseño de procesos químicos (4ª edición). R. Turton

Tabla 26 Costos indirectos

CONCEPTO	%	MONTO S/
----------	---	----------

COSTOS INDIRECTOS		
Costo de ingeniería	10%	125867.432
Costo de const. y honorarios	15%	188801.149
Eventuales	10%	177028.738
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		491697.319

Fuente: Análisis, síntesis y diseño de procesos químicos (4ª edición). R. Turton

El capital de inversión de trabajo para una planta viene a ser la cantidad de dinero necesario para hacer funcionar la planta hasta que produzca y se autoabastezca

Se ha estimado el capital de trabajo tomando como base un trimestre, siendo este el 20% de la inversión total.

$$\text{CAPITAL DE TRABAJO} = 0.20 * 2212859.221$$

$$\text{CAPITAL DE TRABAJO} = 442571.844 \text{ Soles.}$$

Tabla 27 *Inversión de capital de trabajo*

CONCEPTO	%	MONTO S/
INVERSION DE CAPITAL DE TRABAJO		
PRIMER TRIMESTRE		
Materia prima	30%	132771.553
Costo de supervisión y mano de obra directa e indirecta	25%	110642.961
Costo de mantenimiento y cargas fijas	20%	88514.3688
imprevistos	25%	110642.961
TOTAL INVERSION DE CAPITAL DE TRABAJO		442571.844

Fuente: Análisis, síntesis y diseño de procesos químicos (4ª edición). R. Turton

Por lo tanto:

$$\text{Inversión total} = 1770287.38 + 442571.844$$

$$\text{Inversión total} = 2212859.221 \text{ soles}$$

Finalmente la inversión total para una producción de 895337.4 litros/año de licor cacao asciende 2212859.221 soles.

B. Estado de pérdidas y ganancias

Se consideré las ventas netas como las ventas de cada año que son cobrados en el mismo año, de esta manera se tiene los ingresos totales desde el primer hasta el último año, El costo de producción y otros factores económicos.

- **Criterios de Rentabilidad**

Empleamos el concepto del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

Determinación del TIR:

$$I = \frac{F1}{(1+i)^1} + \frac{F2}{(1+i)^2} + \frac{F3}{(1+i)^3} + \frac{F4}{(1+i)^4} + \frac{F5}{(1+i)^5} + \frac{F6}{(1+i)^6}$$

Reemplazando datos se obtiene: $i = 47,077\%$ (TIR)

Nosotros emplearemos un 9% para nuestros cálculos de VAN

$$VAN = -I + \frac{F1}{(1+i)^1} + \frac{F2}{(1+i)^2} + \frac{F3}{(1+i)^3} + \frac{F4}{(1+i)^4} + \frac{F5}{(1+i)^5} + \frac{F6}{(1+i)^6}$$

$$VAN > 0$$

Por lo tanto el proyecto es rentable.

4.3 Población y Muestra

Por la idiosincrasia de este trabajo, no se puede presentar población y muestra.

4.4 Lugar de estudio y período desarrollado

En los establecimientos de la facultad de Ingeniería Química, de la Universidad Nacional de Callao. Siendo desarrollado en el periodo de Marzo – Junio del 2019.

4.5 Técnicas e Instrumentos para la recolección de la información documental

4.5.1 Técnica utilizada

Determinación de densidad

Según MOTT, Robert. *MECÁNICA DE FLUIDOS*. Editorial Addison- Wesley Iberoamericana

1. Pesar el picnómetro vacío y anotar su masa (mp)
2. Enrasar el picnómetro con agua (fluido de referencia) y anotar su masa (mp+w).
Enrasar el picnómetro significa llenarlo completamente, evitando la formación de burbujas en su interior. Al cerrarlo, el nivel de agua subirá por el capilar y ésta rebotará, quedando el capilar también lleno de agua. Una vez el agua haya rebosado, habrá que secar el picnómetro por fuera antes de pesarlo.
3. Enrasar el picnómetro con disolución (líquido cuya densidad queremos hallar) y anotar su masa (mp+d). Se seguirá el mismo procedimiento y se tendrán las mismas precauciones que al enrasar el picnómetro con agua.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

4.5.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos.

- a. Laptop
- b. Software ChemCAD 6.13.2845.
- c. Balanza
- d. picnómetro

4.6 Análisis y procesamientos de datos

Por la idiosincrasia de este trabajo, no se puede presentar un análisis estadístico.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados Descriptivos

- Se determinó la ubicación estratégica para la planta, siendo en la región de Lima, distrito San Juan de Lurigancho.



Figura 8. Mapa de ubicación del distrito
Fuente: www.google.com/maps

- El layout final se determinó de una forma que sea accesible el ingreso a planta tanto de personal con la materia prima.



Figura 9. Layout de planta
Elaboración propia

5.2 Resultados Inferenciales

- Se realizaron los cálculos pertinentes para la determinación del tamaño óptimo de la planta siendo este de 895337.4 litros/año
- Según el estudio de mercado la demanda del producto es importante a pesar de la presencia de varios sustitutos en el mercado, es así que se estima una inversión de 2212859.22*Soles*

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contratación y demostración de la hipótesis con los resultados

- Según los cálculos desarrollados, podemos decir que la planta para la producción de licor de cacao es factible, tal como fue planteada en la hipótesis.
- Gracias a los factores locacionales se logró determinar la ubicación estratégica de la planta, siendo esta en la ciudad de Lima, afirmando lo planteado en la hipótesis.
- En base a la demanda tanto de la materia prima como del producto final, se determinó el tamaño óptimo de la planta para la producción del licor de cacao, quedando este dentro del rango estipulado en la hipótesis.
- Los costos totales que fueron calculados en el transcurso de la investigación, nos brindan la inversión de 2 212 859.22*Soles*, La ubicación de la planta para la producción de licor de cacao es en la ciudad de Lima, afirmando lo planteado en la hipótesis.

6.2 Contratación de los resultados con otros estudios similares

Se realizó el diseño de una planta para la producción de licor de cacao, determinando su ubicación estratégica gracias a factores locacionales, estableciendo un tamaño de planta óptimo con la demanda de la materia prima y producto terminado. Calculándose la inversión necesaria para el desarrollo esta planta obteniéndose una factibilidad con cierta similitud con el trabajo de investigación titulado, Estudio técnico económico para instalar una planta procesadora de licor de cacao, hecho por Wilmer Murillo (2017) que mediante el estudio técnico económico se demostró la factibilidad para la instalación de una planta procesadora de licor de cacao, siendo la recuperación al tercer año.

CONCLUSIONES

1. El diseño de una planta para la producción de licor de cacao, es factible.
2. La ubicación de la planta se ha establecido en la región de Lima, en el distrito de San Juan de Lurigancho en la zona Industrial, tomando como factor determinante la cercanía de la materia prima, lográndose el objetivo
3. Se logró la determinación de tamaño de planta óptimo siendo este 985 337.4 litros/año, para la elaboración de plano de disposición de la planta del proyecto para producción del licor de cacao mediante el análisis y el estudio del mercado.
4. Se determinó la evaluación económica y financiera, siendo factible el diseño propuesto.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda buscar un producto alternativo para aprovechar los equipos ya disponibles, lo cual aumentaría la viabilidad económica del proyecto.
2. Se debe realizar un seguimiento periódico del mercado para lograr determinar si los precios de venta del producto son adecuados.
3. Realizar concientización al personal de la empresa con charlas de lo importante que es realizar un trabajo óptimo en cada área.
4. Estar en busca de alternativas de nuevos insumos que puedan volver más productivo el proceso de fabricación del producto, entre ellos se puede considerar a los aditivos de la mezcla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alayón, D., Gonzales A., Randelly M. (2010). *Diseño de una planta de licor a partir de sorgo licores guarico*. (Tesis Pregrado). Venezuela
- Armando, C. (2016). *Estudio del cacao en el Perú y el mundo*. Informe final. Minagri. Lima.
- Barrientos, P.(2015). *La cadena de valor del cacao en Perú y su oportunidad en el mercado mundial*. Medellín. Semestre económico.Vol. 18. 129 a 156.
- Guerrero, B. (2006). *Diseño del sistema de esterilización experimental en la obtención del licor de cacao*. Tesis para optar por el título de Ing. Ambiental. Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Guillen, R. (2012). *Estudio del proyecto planta de elaboración de licor de cacao taste of selva*. Tesis para optar por el título de Ing. Agroindustrial. Universidad Nacional del centro de Perú. Junín.
- M &O CONSULTING S.A.C. (2008). *Estudio de caracterización del potencial energético del cacao en el Perú*. Informe final. Mincetur. Lima.

Machaca, L. (2013). *Diseño de plantas químicas volumen I. Informe final*. Universidad Nacional del Callao. Callao. Setiembre.

MOTT, Robert. *MECÁNICA DE FLUIDOS*. Editorial Addison- Wesley Iberoamericana

Muñoz, M. (2004). *Diseño De Distribución En Planta De Una Empresa Textil*. Tesis para optar el título de Ing. Industrial. Perú- Lima.

Murillo B., W. (2017). *Estudio Técnico Económico Para Instalar Una Planta Procesadora De Licor De Cacao*. Tesis pregrado. Guayaquil – Ecuador.

Plúa, J. (2008) *Diseño de una línea procesadora de pasta de cacao artesanal (Theobroma Cacao)*. Tesis para optar el título de Ing. de Alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.

Rosales, G. (2015). *Estudio de Pre-factibilidad para una planta de producción de licor de cacao para el mercado limeño*. Tesis para optar por el título de Ing. Industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.

Sáenz, M. (2015). *Desarrollo de un licor de crema con sabor a curuba (Passifloramollissima) para el viñedo y cava Loma de Puntalarga en Nobsa, Departamento de Boyacá*. Tesis para optar por el título de Ing. De Alimentos. Universidad de la Salle. Bogotá.

Turton, R. y otros. (2012). *Análisis, síntesis y diseño de procesos químicos*. Prentice Hall. Cuarta edición

ANEXOS

Anexo N°1. Matriz de Consistencia

1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES
General	General	General	Dependientes	
¿Cómo sería el diseño de una planta industrial para la producción de licor de cacao (Theobroma cacao)?	Diseñar una planta para la producción de licor de Cacao.	Es factible el diseño de una planta para la producción de licor de cacao	Y= Planta de Producción de Licor de Cacao	- Flujo
Específico	Específico	Específico	Independientes	
¿Dónde se localizará la planta para la producción de licor de cacao (Theobroma cacao)?	Definir la localización de la planta.	La localización de la planta para la producción de licor de cacao será en Lima	X1= Localización de la planta	-Ubicación estratégica
¿Cuál será el tamaño de planta para la producción de licor de cacao (Theobroma cacao)?	Establecer el tamaño de planta óptimo	El tamaño óptimo para la producción de licor de cacao está dentro rango 130 a 160 TM/año de licor	X2= Tamaño óptimo de la planta	-Cantidad de Licor
¿Cuál será la inversión económica para el montaje de la planta de producción de licor de cacao?	Evaluar la inversión económica para el montaje de la planta de producción de licor de cacao.	La inversión estimada será de 3 millones de soles.	X3= Inversión económica	-Viabilidad financiera