

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

**ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA
PLANTA PROCESADORA DE COCHINILLA PARA LA
OBTENCIÓN DEL CARMÍN**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que presenta el bachiller:

MIGUEL ANGEL PÉREZ QUIROZ

ASESOR: Fernando Ormachea Freyre

Lima, octubre de 2014

RESUMEN

El desarrollo de las industrias agropecuarias y conexas debería ser una política prioritaria del gobierno central del Perú. Fundamentalmente porque el país siempre se ha caracterizado por ser un país exportador de materias primas y de productos sin mayor valor agregado.

En este sentido, el presente proyecto propone plantear los requisitos y procedimientos necesarios para la implementación de una planta procesadora de cochinilla para la obtención del colorante natural carmín. El estudio consta de cinco capítulos, a través de los cuales se desarrollan los aspectos generales y conceptos relacionados con la industria de colorantes naturales; se definen los atributos del producto y del proceso productivo general; se desarrollan las tecnologías disponibles; se analizan los recursos necesarios para producir diferentes capacidades establecidas y; se desarrolla el análisis económico y financiero del proyecto.

A partir de los niveles exportados de carmín de cochinilla se estimaron niveles de producción anuales; determinando una producción de 45 toneladas en el primer año, 65 toneladas en el segundo y tercer año y 85 toneladas en los dos últimos años. Con dichas cantidades de producción se diseñó la planta, considerando la localización, la distribución de planta, la cantidad de insumos de acuerdo al proceso productivo, el personal requerido, la maquinaria y equipos requeridos.

Asimismo, considerando una jornada laboral de 8 horas netas de producción diaria, se estimaron las siguientes capacidades de carmín de cochinilla: 170 Kg/día para el primer año, 246 Kg/día para el segundo y tercer año; 322 Kg/día para el cuarto y quinto año.

El monto requerido de capital de inversión es de S/. 3 879 546,00 mientras que los valores de rendimiento económico y financiero concluyen que la implementación de una planta de carmín de cochinilla es rentable. Como sustento, el valor VPN económico es S/. 1 321 868,00, el TIR económico es 33%, el valor VPN financiero es S/. 1 298 408,00 y el valor del TIR financiero es 38%.



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial
ALUMNO : MIGUEL ANGEL PÉREZ QUIROZ
CÓDIGO : 2008.0405.2.12
PROPUESTO POR : Ing. Fernando Ormachea Freyre
ASESOR : Ing. Fernando Ormachea Freyre
TEMA : ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE COCHINILLA PARA LA OBTENCIÓN DEL CARMÍN.
N° TEMA : 1157
FECHA : San Miguel, 26 de marzo de 2014



JUSTIFICACION

Perú es un país que actualmente posee un crecimiento económico alentador. Sustento de ello, es la evolución de los índices macro económicos; tales como, el PBI, el cual ha sufrido un incremento constante y notable durante los últimos años (pasando de 121,057 millones de nuevos soles a precios de 1994 en el año 2000 a 238,773 en el 2012). Del mismo modo, los niveles de agro-exportación han experimentado, durante la última década, un auge constante (pasando de 766 millones de \$ FOB en el 2002 a 4121 millones en el 2012).

A partir del año 2000, se ha podido observar que la producción y exportación de carmín de cochinilla ha sido un negocio rentable debido a que los niveles de exportación de estos productos se han incrementado considerablemente (pasando de 131,201 Kg en el año 2002 a 601,026 Kg en el año 2012).

Sustento de ello es el hecho de que nuestro país continúa ocupando el primer lugar dentro del ranking de exportadores de cochinilla y derivados a nivel mundial, obteniendo un nivel de participación, casi monopolítica, de más del 85%.

Asimismo, el énfasis en la generación de valor agregado es uno de los principales pilares en el desarrollo económico del país y del crecimiento empresarial actual.



Por ello, la implementación de una planta de procesamiento de carmín de cochinilla permite conseguir una ventaja competitiva frente a los demás miembros de la cadena de valor; ya que, permitirá que, en vez de exportar la cochinilla seca como materia prima, se comercialice un producto procesado, con mayor valor agregado.

Es en este entorno, en el que la implementación de una planta de procesamiento de cochinilla para la obtención de carmín, constituye una inversión sustentable en el tiempo. Debido a ello, la presente tesis busca orientar a los posibles inversores a tener una idea de la cantidad de recursos necesarios para desarrollar el proyecto de inversión, así como las consideraciones de capacidades de producción y gastos de inversión empleados en diferentes posibles escenarios durante la etapa de operación.

OBJETIVO GENERAL

Estudiar y analizar la viabilidad técnica de la implementación de una planta de procesamiento de cochinilla seca para la obtención de carmín, estableciendo los parámetros básicos de producción y de recursos requeridos, considerando los diferentes factores y escenarios que se puedan presentar. Asimismo, estudiar y determinar el presupuesto de inversión y los gastos de instalación del proyecto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar y describir los conceptos básicos relacionados con el carmín de cochinilla para comprender el producto y sus particularidades.
- Estudiar y analizar las características técnicas del producto carmín de cochinilla; así como, el proceso de producción del mismo.
- Estudiar las diferentes tecnologías disponibles para la elaboración del carmín de cochinilla.
- Seleccionar las tecnologías para el proceso a diseñar.
- Determinar los balances de materias, niveles de producción, equipamiento y recursos operativos.
- Proponer la localización para la futura planta.
- Diseñar el proceso, la línea de procesamiento, la planta y la organización en función a un horizonte de 5 años de incremento de capacidad.
- Determinar los aspectos económicos de inversión para la implementación de la planta de producción.

PUNTOS A TRATAR

a. Aspectos Generales.

Se muestra el marco teórico conceptual básico referente a la industria de colorantes naturales.



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

- 3 -

b. Producto y Proceso.

Se describen las características y requerimientos no arancelarios del carmín de cochinilla; así como, el proceso necesario para elaborarlo.

c. Estado del arte.

Se detallan las tecnologías disponibles en la industria para poder llevar a cabo el proceso productivo.

d. Estudio Técnico y de Ingeniería.

Se analizará la parte operativa del negocio, la localización de la planta, el proceso productivo seleccionado y los recursos necesarios para poder llevar a cabo el proyecto, culminando con un diseño para un horizonte de 5 años.

e. Valorización de la inversión inicial y gastos de instalación.

Se determinarán los presupuestos de inversión a partir de las capacidades de producción analizadas. Asimismo, se determinarán los gastos a incurrir para la instalación del proyecto.

f. Conclusiones y Recomendaciones.

Máximo: 100 páginas

[Handwritten Signature]

ASESOR

[Handwritten Initials]

DEDICATORIA

A Dios, por regalarme vida, inteligencia y la oportunidad de desarrollar este proyecto;

A mis padres y hermanas, por brindarme su apoyo incondicional, motivar mi perseverancia para culminar lo iniciado, enseñarme que todo esfuerzo tiene una recompensa y en este caso es la satisfacción de cerrar un capítulo en mi desarrollo profesional;

A mi asesor, el Ing. Fernando Ormachea, por brindarme alternativas de solución ante las dificultades encontradas durante el desarrollo de la tesis y así poder sacar este proyecto adelante.

A mis profesores, por transmitirme sus experiencias y conocimientos, los cuales fueron fundamentales para la elaboración del presente estudio;

A mis amigos Rosa, Edith, César y Henry, quienes me brindaron sus conocimientos y realizaron aportes y críticas constructivas de manera especial.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	6
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES	3
1.1. Colorantes.....	3
1.2. Carmín de Cochinilla.....	5
1.2.1. Cochinilla.....	5
1.2.2. Ácido carmínico.....	8
1.2.3. Obtención del Carmín de Cochinilla.....	8
1.2.4. Utilización del Carmín de cochinilla.....	11
1.2.5. Ventajas sobre sustitutos artificiales.....	12
CAPÍTULO 2: PRODUCTO Y PROCESO	13
2.1. Producto.....	13
2.1.1. General.....	13
2.1.2. Requisitos Físicos, Químicos, Microbiológicos y Sensoriales.....	14
2.1.3. Buenas Prácticas de Manufactura.....	15
2.1.4. Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (HACCP).....	16
2.1.5. Comercialización.....	17
2.1.6. Reglas de Origen y Certificado de Origen.....	19
2.2. Proceso.....	20
2.2.1. Diagrama de Operaciones.....	20
2.2.2. Descripción de los Procesos.....	23
CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE	26
3.1. Extracción.....	26
3.1.1. Método Alemán.....	26
3.1.2. Método Carré.....	26
3.1.3. Método Francés.....	27
3.1.4. Método Inglés.....	27
3.1.5. Método de Thorpe.....	27
3.1.6. Método de Forgiós-2.....	28
3.1.7. Método de Robin.....	28

3.1.8.	Método Americano	29
3.2.	Precipitación.....	29
3.2.1.	Método Alemán	30
3.2.2.	Método Carré.....	30
3.2.3.	Método Francés.....	30
3.2.4.	Método Inglés.....	31
3.2.5.	Método de Thorpe	31
3.2.6.	Método de Forgiós-2.....	31
3.2.7.	Método de Robin	32
3.2.8.	Método Americano	32
3.3.	Método elegido.....	32
3.3.1.	Extracción.....	33
3.3.2.	Precipitación.....	34
CAPÍTULO 4: ESTUDIO TÉCNICO Y DE INGENIERÍA.....		36
4.1.	Estudio de Localización.....	36
4.1.1.	Macro Localización.....	36
4.1.2.	Micro localización	38
4.2.	Estudio de Ingeniería	43
4.2.1.	Proceso de producción.....	43
4.2.2.	Determinación del nivel de Producción.....	51
4.2.3.	Balance de materia.....	54
4.2.4.	Programa de Producción.....	58
4.2.5.	Maquinaria requerida.....	60
4.2.6.	Distribución de planta.....	64
4.3.	Estudio de la Organización.....	72
4.3.1.	Funciones y carga de trabajo	72
4.3.2.	Personal requerido	74
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA - FINANCIERA.....		77
5.1.	Estudio de Inversiones	77
5.1.1.	Inversiones en Activos Fijos	77
5.1.2.	Inversiones en Activos Intangibles	80
5.1.3.	Inversiones en Capital de Trabajo	81
5.2.	Presupuesto de Egresos	82
5.3.	Presupuesto de Ingresos.....	84
5.4.	Estructura de Financiamiento.....	85
5.5.	Estado de Ganancias y Pérdidas	85

5.6.	Balance General.....	86
5.7.	Flujo de Caja Operativo, Económico y Financiero.....	87
5.8.	Evaluación Económica Financiera	89
5.8.1.	Evaluación Económica	89
5.8.2.	Evaluación Financiera	89
CAPÍTULO 6: Conclusiones y Recomendaciones.....		91
6.1.	Conclusiones.....	91
6.2.	Recomendaciones.....	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		94



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales Colorantes Naturales	4
Tabla 2. Composición química de la cochinilla.....	7
Tabla 3. Partida Arancelaria de la Cochinilla Seca	9
Tabla 4. Partida Arancelaria del Carmín de Cochinilla	10
Tabla 5. Insumos para extracción – Método Alemán	26
Tabla 6. Insumos para extracción – Método Carré	27
Tabla 7. Insumos para extracción – Método Francés	27
Tabla 8. Insumos para extracción – Método Inglés.....	27
Tabla 9. Insumos para extracción – Método Thorpe	28
Tabla 10. Insumos para extracción – Método de Forgius-2 fase 1.....	28
Tabla 11. Insumos para extracción – Método de Forgius-2 fase 2.....	28
Tabla 12. Insumos para extracción – Método de Robin	29
Tabla 13. Insumos para extracción – Método Americano	29
Tabla 14. Insumos para precipitación – Método Alemán.....	30
Tabla 15. Insumos para precipitación – Método Carré.....	30
Tabla 16. Insumos para precipitación – Método Francés.....	30
Tabla 17. Insumos para precipitación – Método Inglés	31
Tabla 18. Insumos para precipitación – Método Thorpe	31
Tabla 19. Insumos para precipitación – Método de Forgius-2.....	31
Tabla 20. Insumos para precipitación – Método de Robin	32
Tabla 21. Insumos para precipitación – Método Americano.....	32
Tabla 22. Matriz de Enfrentamiento de factores para la Macro Localización	37
Tabla 23. Puntajes para la evaluación de alternativas de Macro Localización.....	37
Tabla 24. Evaluación de alternativas para la Macro Localización	38
Tabla 25. Matriz de Enfrentamiento de factores para la Micro Localización	40
Tabla 26. Puntajes para la evaluación de alternativas de la Micro Localización	40
Tabla 27. Lima – valores de Inmuebles Industriales	40
Tabla 28. Distribución de m ² de terrenos con Zonificación Industrial	41
Tabla 29. Evaluación de alternativas para la Micro Localización	42
Tabla 30. Requisitos de calidad para la cochinilla.....	46
Tabla 31. Proyección de oferta de carmín exportada a Alemania 2014-2018.....	52
Tabla 32. Participación de empresas exportadoras de carmín para el año 2013.....	52
Tabla 33. Peso Neto exportado por empresas para el año 2013 (Data depurada)	53
Tabla 34. Estimación de cantidad de kilogramos de carmín a producir 2014-2018	54
Tabla 35. Cálculo de requerimientos de producción anual, mensual diaria y por hora	59
Tabla 36. Horas de trabajo por operación	60
Tabla 37. Estimación de cantidad de máquinas requeridas 2014-2018.....	60
Tabla 38. Datos técnicos de Molino de martillo	61
Tabla 39. Datos técnicos de Tanque de Extracción	61
Tabla 40. Datos técnicos del Filtro prensa	62
Tabla 41. Datos técnicos del Tanque de precipitación	63
Tabla 42. Datos técnicos del Secador Industrial	63
Tabla 43. Datos técnicos del Molino de bolas	63
Tabla 44. Datos técnicos de la Envasadora	64
Tabla 45. Método Guerchett – Zonas 1 y 2.....	66
Tabla 46. Método Guerchett – Zonas 3 y 4.....	66

Tabla 47. Requerimiento de espacios en la planta (m ²).....	68
Tabla 48. Cantidad de personal total requerido para los años 2014-2018.....	74
Tabla 49. Requerimiento de operarios de producción.....	75
Tabla 50. Inversión en Activos Tangibles.....	78
Tabla 51. Depreciación de Activos Tangibles.....	79
Tabla 52. Inversión en Activos Intangibles.....	80
Tabla 53. Amortización de Activos Intangibles.....	81
Tabla 54. Inversión en Capital de trabajo.....	82
Tabla 55. Presupuesto de Egresos.....	83
Tabla 56. Presupuesto de Ingresos.....	84
Tabla 57. Estructura de Financiamiento.....	85
Tabla 58. Estado de Ganancias y Pérdidas.....	86
Tabla 59. Balance General.....	87
Tabla 60. Flujo de Caja Operativo, Económico y Financiero.....	88



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Operaciones del Proceso general.....	22
Figura 2. Equivalencia Costo Promedio m^2 – Puntaje del Factor	41
Figura 3. Equivalencia Nivel de Distribución de m^2 – Puntaje del Factor	41
Figura 4. Flujo de Operaciones	43
Figura 5. Diagrama de Operaciones del Proceso del proyecto	45
Figura 6. Nivel de exportaciones peruanas de carmín de cochinilla 2002-2013	51
Figura 7. Balance de materia – Molienda 1	54
Figura 8. Balance de materia – Extracción.....	55
Figura 9. Balance de materia – Prensado.....	56
Figura 10. Balance de materia – Precipitación.....	57
Figura 11. Balance de materia – Filtrado	57
Figura 12. Balance de materia – Secado	58
Figura 13. Balance de materia – Molienda 2.....	58
Figura 14. Plano de Distribución de planta.....	69
Figura 15. Vista isométrico – 2do nivel	70
Figura 16. Vista isométrico – 1er nivel	71
Figura 17. Estructura Organizacional	76

INTRODUCCIÓN

El Perú se encuentra en un entorno político económico favorable en comparación con las últimas décadas vividas con respecto a la violencia social y a altos índices de inflación. Dicha situación fomenta e impulsa el desarrollo de la industria nacional, permitiendo a empresarios invertir con gran expectativa, en los diferentes rubros de la actividad industrial peruana.

Según la base de datos de ADEX, dentro de los productos que tienen mayor crecimiento en términos de volúmenes exportados son los no tradicionales. Dentro de estos productos, podemos encontrar a la cochinilla y a sus derivados, como es el caso del colorante carmín. Una ventaja que tiene el Perú es el hecho de ser el principal productor y exportador de cochinilla y derivados, satisfaciendo un 85 % de los requerimientos internacionales. Asimismo, la prohibición de colorantes artificiales en muchos países, constituye una oportunidad para las empresas comercializadoras de colorantes naturales.

En este contexto, cada vez más empresas deciden pasar de la exportación primaria extractiva a la exportación de productos con valor agregado. En el caso de la cochinilla, los principales productos derivados que se comercializan son el ácido carmínico, el extracto de cochinilla y el carmín de cochinilla, los cuales son empleados como insumos en la industria alimenticia, cosmética, farmacéutica y, en menor medida, textil.

En resumen, la implementación de una planta industrial permite aprovechar la oportunidad del crecimiento sostenible del país y contribuye a la generación de valor de los productos elaborados y ofertados por la actividad económica nacional.

Lo mencionado en el párrafo anterior es sustento del presente trabajo de investigación; ya que, a lo largo de los siguientes capítulos se expondrán los diferentes aspectos teóricos, técnicos, económicos y financieros que permitirán el futuro desarrollo de un expediente técnico para su posterior construcción y puesta en marcha de una planta industrial dedicada a la elaboración de carmín de cochinilla.

Los capítulos que componen el presente trabajo son descritos a continuación.

- El capítulo 1 presenta los aspectos generales ; tales como, la definición teórica de los colorantes; desarrollo biológico y composición química de la cochinilla; la definición del ácido carmínico; la introducción a la obtención del carmín; la utilización del carmín y; las ventajas de este producto sobre sus sustitutos.
- El capítulo 2 muestra mayor información del carmín; así como, los requisitos para su exportación. Además, presenta los conceptos de Buenas Prácticas de Manufactura y Sistema HACCP a ser empleados durante la operación de la planta.
- El capítulo 3 presenta los diferentes métodos teóricos para la extracción del ácido carmínico y la precipitación de la pasta de carmín, los dos procesos más importantes para la obtención del carmín. Asimismo, se determina el método a ser considerado para el diseño de la planta.
- En el capítulo 4 se determina la ubicación de la planta; se detalla el proceso productivo; se determina el nivel de producción requerido; la programación y; los recursos necesarios. Además, se diseña la distribución de planta.
- El capítulo 5 muestra el estudio de inversiones, los presupuestos de ingresos y egresos, los estados financieros, los flujos de caja y la evaluación económica financiera del proyecto.

CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES

En el primer capítulo se desarrolla el marco teórico respecto a los colorantes y en especial al carmín de cochinilla. Para ello, se describen las características de la cochinilla, el ácido carmínico, una breve descripción de la obtención del carmín de cochinilla; así como, la utilización y ventajas del mismo.

1.1. Colorantes

Los aditivos son sustancias que se introducen en los procesos productivos de diferentes productos para mejorar aquellos factores que influyen en la calidad; tales como, la apariencia, la estabilidad y el tiempo de vida, logrando así, productos acorde a las necesidades de los clientes. Según la Directiva 89/107/CEE del Consejo – Comisión Europea Artículo 1 Inciso 2, 1988, un aditivo es *“cualquier sustancia, que, normalmente, no se consume como alimento en sí, ni se use como ingrediente característico en la alimentación, independientemente de que tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada a los productos alimenticios, con un propósito tecnológico en la fase de su fabricación, transformación, preparación, tratamiento, envase, transporte o almacenamiento tenga, o pueda esperarse razonablemente que tenga, directa o indirectamente, como resultado que el propio aditivo o sus subproductos se conviertan en un componente de dichos productos alimenticios.”*

Los colorantes son aditivos que se agregan a productos alimenticios, cosméticos y farmacéuticos para mejorar la apariencia de estos; ya que, en muchos casos los clientes o consumidores tienen una imagen pre concebida de los productos que adquieren y dicha apariencia juega un rol importante en el proceso de decisión de compra.

Arándiga y Díaz (2008) mencionan que un colorante es aquella sustancia que le da color a otro material o mezcla. Asimismo, este colorante puede ser considerado un tinte o un pigmento dependiendo del medio en el que sea empleado, de la base de solubilidad, de la forma física y del método de aplicación.

Con respecto a los pigmentos, generalmente se encuentran en la forma de polvos secos. Este el caso de la laca alumínica cálcica soluble en medios alcalinos que se

forma a partir del extracto de ácido carmínico de la cochinilla y que tiene un alto valor comercial.

Los colorantes pueden ser clasificados básicamente en artificiales y naturales. Los primeros son todos aquellos que han sido elaborados a partir de procesos químicos y que, como sustancias sintéticas, no se encuentran de forma natural en el medio ambiente. Con respecto a ellos, a pesar de que solo algunos son aprobados para su uso, en muchos países se permite o se limita el uso de aquellos que no han sido aprobados. (Cano, 2011).

Por otro lado, los colorantes naturales han existido siempre y siguen estando presente en la naturaleza en forma de animales, plantas y minerales y, en el caso de muchos de ellos, como el ácido carmínico extraído de la cochinilla, se ha empleado desde la época pre inca. Dentro de los colorantes naturales más empleados en la industria alimentaria se encuentran los carotenoides, betalaína, clorofila y ácido carmínico, tal como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales Colorantes Naturales

FUENTE	AGENTE ACTIVO
Achiote, <i>Bixia Orellana</i>	Bixia (Carotenoide)
Azafrán, <i>Crocus sativus</i>	Crocetina (Carotenoide)
Betabel, <i>Beta vulgaris</i>	Betalaínas
Cucuta, <i>Curcuma longa</i>	Curmina
Cochinilla, <i>Dactylopius coccus</i>	Ácido Carmínico
Pimiento rojo, <i>Capsicum annum</i>	Capsantina (Carotenoide)
Enocianina	Polímeros de antocianinas
Zanahoria, <i>Daucus carota</i>	β -caroteno (Carotenoide)
Cempasúchil, <i>Tapetes erecta</i>	Luteína (Carotenoide)
Plantas Verdes	Clorofila

Fuente: Cano, 2011

Elaboración Propia

Los colorantes son aditivos muy importantes ya que representan a la primera característica o atributo de calidad que puede percibir el cliente, sobre todo, en los productos alimenticios. En este ámbito, se plantean motivos principales por los que es justificable el uso de aditivos para el cambio o la restauración del color en los productos.

En primer lugar, los alimentos deben tener un color apropiado y los colorantes ayudan a definirlo completamente y; en segundo lugar, los colorantes ayudan a dar un color uniforme, restaurar un color deteriorado por algún proceso productivo, intensificar algún color específico y; finalmente, pueden servir como un indicador de calidad del producto (Arándiga y Diaz, 2008).

1.2. Carmín de Cochinilla

El carmín de es el nombre de los colorantes derivados de la cochinilla, los cuales pueden ser comercializados en formas de lacas o líquidos; así como, a diferentes concentraciones (porcentaje de ácido carmínico).

1.2.1. Cochinilla

La cochinilla es el nombre común con el que se les conoce a los insectos que pertenecen, taxonómicamente, al género *Dactylopius* de la familia *Dactylopiidae*. Dentro de este género existen nueve especies y una de ellas, la *Dactylopius coccus*, es la que tiene el valor comercial por la gran diferencia en la calidad del ácido carmínico que contiene, en comparación de las otras especies, las cuales, a su vez, son consideradas especies silvestres. (Pérez y Becerra, 2011)

Este insecto parasita a una variedad de plantas correspondientes a los géneros *Opuntia* y *Nopalea* (Pérez y Becerra, 2011); sin embargo, generalmente el hospedante es la especie de tuna *Opuntia Ficus-indica* (Sáenz, 2006). De este modo, la cochinilla se instala en las pencas de estas plantas para desarrollarse y reproducirse.

La cochinilla es un insecto oriundo de México y de países andinos como Ecuador, Perú y Bolivia, que emplea una alimentación del tipo fitófaga; es decir, utiliza un estilete bucal por medio de largas trompas para alimentarse de la savia de las tunas y una vez que pierde la conexión con la planta ya no puede volver a adherirse y seguir alimentándose (Ortega, 2011).

La reproducción de la cochinilla se da a cabo en la misma planta y al momento de colocar los huevos de las crías, la cochinilla hembra, la cual mide aproximadamente 6mm, excreta una sustancia cerosa de color blanco con el fin de cubrir los huevos y protegerlos de las amenazas de su entorno; es decir, lluvia, sol, corrientes de aire y depredadores. Este insecto presenta una forma ovalada, arrugada, convexa y el color

varía entre gris y negro rojizo; este último, cuando se ha eliminado la capa cerosa blanquecina mencionada (Ortega, 2011).

El insecto pasa por diferentes etapas morfológicas hasta llegar a ser hembra o macho. De acuerdo con Ortega (2011) se tienen las siguientes fases para el crecimiento del animal; primero se da la postura de los huevos, los mismos que miden aproximadamente 1mm de largo por 0.5mm de ancho. Posteriormente, se presentan dos estados ninfales; la primera es conocida como Ninfa I o ninfa migrante, en la cual el insecto posee antenas, patas y ojos y mide aproximadamente 0.8mm de largo por 0.4mm de ancho; el segundo estado es denominado Ninfa II y se caracteriza por un mayor tamaño del insecto, siendo de 2.5mm de largo por 2mm de ancho, además de unas patas reducidas y un color rojo oscuro luminoso.

Después del estado Ninfa II se aprecian las diferencias entre los machos y las hembras. La hembra adulta es de forma ovoide ensanchada en la parte vertebral, de color rojizo y lo más importante es que no presentan alas y únicamente se fijan a las plantas por su aparato bucal. La vida promedio de la cochinilla hembra es de 130 días, pasando por dos cambios intermedios; uno a los 25 días de nacida y otro a los 50 días. Asimismo, la edad a la cual la hembra obtiene su madurez sexual es a los 100 días de nacida, punto a partir del cual puede copular y tener las crías a los 20 días después de este acto de reproducción.

El macho adulto es mucho más pequeño que la hembra adulta y a diferencia de estas, posee antenas bien desarrolladas, un par de alas y patas delgadas lo que le permite transportarse de cladodio a cladodio e incluso de una planta a otra.

El macho únicamente tiene un papel fecundador, proceso que se puede dar en cualquier época del año; sin embargo, desde que llega a su estado adulto, el insecto macho tiene de 3 a 4 días para fecundar a las hembras ya que luego muere. Asimismo, por cada macho adulto, el cual tiene un tamaño de 2.2mm de longitud, existen aproximadamente entre 150 y 200 hembras. Cabe señalar que después de ser Ninfa II, el insecto forma un cocón ceroso blanco para llegar a ser adulto.

La cochinilla *Dactylopius coccus* hembra posee en su interior el componente tintóreo llamado ácido carmínico, el cual, mediante un proceso industrial o casero, puede ser

extraído para que posteriormente se elabore el colorante natural Carmín de Cochinilla, el mismo que puede ser vendido según especificaciones del cliente.

La cochinilla *Dactylopius coccus* debe llegar a ser adulto para que pueda reproducirse y es luego de este periodo, que la cochinilla hembra madura puede poner entre 400 a 600 huevos (Ortega, 2011). Sin embargo, es la misma cochinilla hembra a punto de ovipositar quien representa la materia prima para la elaboración del colorante natural; ya que, es en este estado, cuando posee la mayor concentración de ácido carmínico, lo cual le da mayor valor y calidad.

La composición química de la cochinilla está definida por las grasas, las ceras, el agua, las cenizas, las sustancias nitrogenadas y el agente colorante, el ácido carmínico. Una cochinilla de calidad aceptable para el proceso de elaboración del carmín, debe contener entre 19 y 25 % de ácido carmínico. El detalle de esta información se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición química de la cochinilla

COMPONENTES	RANGO (%)
Ácido Carmínico	19 – 25
Grasas	6 – 10
Ceras	0.5 – 2
Agua	10 – 20
Cenizas	5 max.
Sustancias Nitrogenadas	15 – 30

Elaboración Propia

Fuente: Ortega, 2011

De la cochinilla se pueden obtener prácticamente tres subproductos; estos son, el Extracto de Cochinilla, el Ácido Carmínico, y el Carmín. Con respecto al Extracto de Cochinilla, es “la solución concentrada obtenida después de sacar el alcohol del extracto acuoso alcohólico de cochinilla. Puede ser utilizado sin peligro para colorear alimentos” (Aparicio, Bedoya, Manchay y Villanueva, 2000).

El ácido carmínico es el colorante extraído de la cochinilla hembra seca, soluble en agua y alcohol, cuya tonalidad depende del pH. “Es naranja en una solución ácida y violeta cuando es alcalina su intensidad de color es relativamente baja y su aplicación comercial es limitada.” (Aparicio, Bedoya, Manchay y Villanueva, 2000)

El carmín de cochinilla, es la laca de aluminio del ácido carmínico. “Las lacas son productos formados por la combinación orgánica de los colorantes con sales metálicas y luego se somete a una precipitación, con lo cual se le separa.” (Aparicio, Bedoya, Manchay y Villanueva, 2000)

1.2.2. Ácido carmínico

El ácido carmínico es el agente colorante de los productos derivados de la cochinilla y está presente en el interior de este insecto. La fórmula química general es $C_{22}H_{20}O_{13}$ y su nombre químico es Ácido 7 – β – D – glucopiranosil – 3, 5, 6, 8 – tetrahidroxi – 1 – metil – 9, 10 – dioxoantraceno – 2 – carboxílico. (Guachi y Naula, 2009)

Este ácido, cuyo punto de fusión es 136 °C, tiene una mejor resistencia a la oxidación química y al calor, comparado con los colorantes sintéticos. Es un producto estable que es soluble en medios alcalinos, agua o alcohol. (Ortega, 2011)

La denominación internacional del ácido carmínico es el E-120 o Natural Red 004 y esta, no hace distinción entre las diferentes formas en las que se comercializan los productos derivados de la cochinilla; es decir, se emplea la misma denominación tanto para el ácido carmínico como para el extracto de cochinilla y para el carmín de cochinilla, en sus diferentes presentaciones y concentraciones.

Este aditivo es empleado en las industrias alimentaria, farmacéutica, cosmética y, en menor medida, en la textil. Para el caso alimentario, según Cano, 2011, la ingesta diaria máxima del colorante es de 5 mg/kg de peso corporal.

1.2.3. Obtención del Carmín de Cochinilla

“Bonilla (1997) define al carmín como la laca de aluminio y calcio; además se tiene que la partida arancelaria es NABANDINA: 32.04.02.01. También indica que es un colorante considerado como natural, de color Índice C.I. 75470 y con denominación europea E – 120. Existen varias calidad de carmín con diferentes tonalidades de color, los cuales se definen por tres calidades que se miden en un colorímetro Minolta (Modelo CR – 200b): el grado alimenticio, cosmético y otros.” (Aparicio et al., 2000)

El carmín de cochinilla es el nombre comercial con el que se le conoce al colorante natural elaborado a partir de la cochinilla. El carmín se desarrolla con diferentes concentraciones de ácido carmínico; en diferentes medios (solubles o insolubles en

agua); entre otras diferencias. Lo que establece esta variación en las características es el uso que se le dará al colorante; es decir, si formará parte de un alimento, un cosmético o un producto farmacéutico. Asimismo, influye en gran medida la solicitud del cliente.

Para los exportadores e importadores es importante el código internacional que se le da a los productos al momento de realizar los procesos de compra y venta; es decir, el código arancelario. Debido a que tanto la cochinilla seca como los productos derivados de este son importantes comercialmente, se emplean diferentes códigos para ambos tipos de productos.

Mientras que el código arancelario con el que se le denomina a la cochinilla seca de exportación es el 0511.99.10.00 (agro exportación), el código arancelario que posee el carmín de cochinilla es el 3203.00.21.00 (productos químicos), tal como se puede observar en las Tabla 3 y Tabla 4, respectivamente.

Tabla 3. Partida Arancelaria de la Cochinilla Seca

SECCIÓN	I: ANIMALES VIVOS Y PRODUCTOS DEL REINO ANIMAL
CAPÍTULO	5: Los demás productos de origen animal no expresados ni comprendidos en otra parte
05.11	Productos de origen animal no expresados ni comprendidos en otra parte; animales muertos de los Capítulos 1 o 3.
0511.99	- - Los Demás
0511.99.10.00	- - - Cochinilla

Fuente: SUNAT

Elaboración Propia

Este colorante natural rojo es considerado inocuo para la salud humana y está presente en las listas de colorantes permitidos de diferentes legislaciones internacionales; por ejemplo, se encuentra permitido por la Food and Drug Administration (FDA) de Estados Unidos, por la Unión Europea y, además, está incluido en la lista del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA). (SÁENZ, 2006)

Tabla 4. Partida Arancelaria del Carmín de Cochinilla

SECCIÓN	VI: PRODUCTOS DE LAS INDUSTRIAS QUÍMICAS O DE LAS INDUSTRIAS CONEXAS
CAPÍTULO	32: Extractos curtiembres o tintóreos; taninos y sus derivados; pigmentos y demás materias colorantes; pinturas y tamices; mástiques; tintas.
32.03	Materiales colorantes de origen vegetal o animal (incluidos los extractos tintóreos, excepto los negros de origen animal), aunque sean de constitución química definida; preparaciones a que se refiere la Nota 3 de este Capítulo a base de materias colorantes.
32.03.00	Materiales colorantes de origen vegetal o animal (incluidos los extractos tintóreos, excepto los negros de origen animal), aunque sean de constitución química definida; preparaciones a que se refiere la Nota 3 de este Capítulo a base de materias colorantes. - De origen animal;
32.03.00.21.00	- - - De Cochinilla

Fuente: SUNAT

Elaboración Propia

El proceso general consiste en primer lugar, en la extracción del principio activo de la cochinilla; es decir, el ácido carmínico. Para esto, primero se realiza un tratamiento a la materia prima (cochinilla seca y muerta), el cual puede consistir en mezclarla con una solución que eliminará los residuos tales como la cera del animal. Posteriormente se envía a una molienda para reducir el tamaño de las partículas de cochinilla; seguidamente, se procede a la extracción propiamente dicho mediante la adición de mezclas, filtración y finalmente, se aumenta la concentración de la mezcla.

El extracto de cochinilla puede ser comercializado; sin embargo, los productos elaborados a partir de este son el ácido carmínico como producto final y el carmín de cochinilla, ambos con mayor valor comercial que el simple extracto de cochinilla.

En el caso de la obtención del carmín de cochinilla, se procede a realizar mezclas de sulfatos con el extracto de cochinilla para posteriormente evaporarlas, fijar los valores apropiados de pH, enfriar, filtrar y secar el producto final. (Sáenz, 2006)

En la práctica, existe una gran cantidad de métodos para obtener el carmín a partir de la cochinilla y esto incluye el hecho de que cada empresa procesadora de cochinilla

desarrolla su propio método y lo guarda como un secreto industrial, lo cual constituye una ventaja competitiva para ellas.

1.2.4. Utilización del Carmín de cochinilla

El carmín de cochinilla es un colorante muy versátil; ya que, tiene aplicaciones en diferentes actividades industriales tales como la alimenticia, cosmética, farmacéutica e, incluso, la textil.

El 75% de la producción de carmín es empleado en la industria alimentaria. Un claro ejemplo de la utilización del carmín en este rubro es al momento de darle color a los embutidos. Asimismo, el carmín se emplea como colorante de bebidas alcohólicas, como el Campari; bebidas no alcohólicas; mermeladas; productos lácteos, como el yogurt; helados; sopas en polvo; jaleas; dulces, como gomas de mascar, gelatinas y salsas; y productos de panificación (Guachi y Naula, 2009).

Dentro del sector farmacéutico se emplea al carmín de cochinilla para darle el color rojo característico a ciertas cápsulas, grageas y tabletas; ya que, el color de estas medicinas puede servir para identificar la funcionalidad de las mismas al momento de atacar ciertos males e incluso puede generar cierta aceptación o rechazo por parte del usuario ya que este tiene una preconcepción del producto.

Asimismo, el carmín de cochinilla es altamente empleado en la elaboración de ciertos jarabes como la Clorhexidina, un eficaz antiséptico (Guachi y Naula, 2009).

Con respecto a la industria cosmética, se conoce que es la que tiene mayores exigencias referidas a la calidad de los productos de carmín de cochinilla que solicita. Esto es debido a que el colorante E-120 es el único aprobado por la Food and Drug Administration (FDA) para su uso en la zona de los ojos (Guachi y Naula, 2009).

En la industria cosmética se emplea aproximadamente el 15% de la producción del carmín de cochinilla y está destinado principalmente para productos que se aplican en las zonas de ojos y boca tales como, sombras, polvos, lápices labiales y lápices para los ojos (Guachi y Naula, 2009).

Una porción muy minúscula de la producción mundial del carmín de cochinilla se destina a la industria textil; sin embargo, en la antigüedad fue uno de los principales usos que tuvo la cochinilla y su derivado, el carmín. En este sentido, se han realizado

un gran número de investigaciones que dan por resultado el uso de la cochinilla como colorante de túnicas y mantos en culturas Pre-inca como Paracas y Nazca (Guachi y Naula, 2009).

1.2.5. Ventajas sobre sustitutos artificiales

Los sustitutos del colorante natural carmín de cochinilla principalmente son colorantes sintéticos. La gran ventaja que tiene el carmín de cochinilla frente a estos productos alternativos es que actualmente hay una tendencia hacia el consumo de lo natural y orgánico, sobretodo en el caso de aditivos para productos alimenticios.

Numerosos estudios revelan cierto nivel de afectaciones en el correcto funcionamiento del cuerpo humano por parte de los sustitutos del carmín; es decir, algunos colorantes sintéticos representan un riesgo para la salud humana; ya que, pueden generar trastornos y promover el desarrollo de enfermedades y alergias en la persona.

Según Kobylewski y Jacobson, 2010, los colorantes artificiales, que principalmente son elaborados a partir del petróleo, han sido controversiales por mucho tiempo. En el estudio que estos investigadores realizaron, se muestran los efectos negativos en la salud humana tales como hiperactividad y cáncer.

En el caso del Red 40 o Allura Red AC (E-129), el cual es uno de los principales colorantes artificiales empleados en la industria alimenticia, se concluye que acelera la aparición de tumores, que está relacionado con las reacciones de hiperactividad en los niños e hipersensibilidad; por lo tanto, no debería ser empleado como aditivo de los alimentos.

CAPÍTULO 2: PRODUCTO Y PROCESO

En el presente capítulo se desarrollan dos temas: el producto carmín de cochinilla y el proceso de elaboración para la obtención del colorante. En el primero se determinan las características técnicas del carmín y los requisitos para su comercialización. En el segundo se muestra el Diagrama de Operaciones del Proceso general para la obtención del carmín de cochinilla; así como, la descripción de cada una de las operaciones.

2.1. Producto

En el presente acápite, primero se realiza una introducción sobre las entidades competentes en determinar los requisitos técnicos del carmín. Luego se especifican los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales del carmín; los sistemas necesarios para una correcta producción del carmín (Buenas Prácticas de Manufactura y Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos) y; conceptos que aplican a la comercialización del producto, tales como técnicas de etiquetado, transporte, almacenamiento, Ley contra el Bioterrorismo, Certificación CTPAT, Certificación BASC y Certificados de Origen.

2.1.1. General

El carmín de cochinilla es un producto que, para que pueda ingresar a ciertos países, requiere cumplir con normas específicas de cada lugar de destino. Por ello, en la presente tesis, siempre que se refiera a requisitos de comercialización del producto, se considerará el mercado de Estados Unidos; ya que, es el país que representa uno de los mayores porcentajes de participación en las ventas peruanas de carmín.

La FDA es la entidad estadounidense encargada de velar por el cumplimiento de la Ley de Federal de Alimentos y Cosméticos, Ley de Salud Pública, Etiquetado de alimentos, mariscos y pescados, y la inspección de residuos de pesticidas en productos procesados, excepto las carnes, aves de corral y huevos.

La lista de colorantes aprobados por el FDA para su uso en alimentos se encuentra publicada en su página web. Esta lista se divide en dos; la lista de aditivos exentos de certificación (*"21 CFR Part 73, Subpart A: Color additives exempt from batch certification"*) y la lista de aditivos no exentos de certificación (*"21 CFR Part 74, Subpart*

A: *Color additives subject to batch certification*”). Ambas listas completas se muestran en los ANEXOS 1 y 2, respectivamente.

En el caso del carmín de cochinilla, se puede observar que el producto se encuentra en la lista de aditivos exentos de certificación, lo cual quiere decir que no se requiere certificar los lotes de producción antes de que sean comercializados. Sin embargo, existen regulaciones en la cantidad de insumos que pueden estar presentes en el producto final; así como, las indicaciones que se deben mostrar en la etiqueta. Estas restricciones del producto se definen en los siguientes puntos del presente capítulo.

Por otro lado, en el caso del Perú, el Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) es el organismo competente en el aspecto técnico, normativo y de vigilancia de la inocuidad de los alimentos, elaborados industrialmente dentro o fuera del país, con excepción de los productos acuícolas y pesqueros.

2.1.2. Requisitos Físicos, Químicos, Microbiológicos y Sensoriales

Las características que el carmín de cochinilla debe cumplir para el ingreso a Estados Unidos están definidas en el Código de Regulaciones Federales, Título 21, Parte 73, Sección 100 (21 CFR 73.100). Sin embargo, si el contrato o solicitud de compra establece requerimientos adicionales, deberán ser tomados en cuenta.

Las especificaciones del 21 CFR 73.100 para el carmín de cochinilla son:

- Materias volátiles (a 135 °C durante 3 horas), no más de 20 %
- Cenizas, no más de 12 %
- Plomo, no más de 10 ppm
- Arsénico, no más de 1 ppm
- Ácido Carmínico, como mínimo 50 %

Asimismo, las especificaciones del 21 CFR 73.100 para el extracto de cochinilla son:

- pH entre 5 y 5,5 a 25 °C
- Proteínas (N x 6.25), no mayor a 2.2 %
- Sólidos totales, no menos de 5.7 % y no más de 6.3 %
- Alcohol metílico, no más de 150 ppm
- Plomo, no más de 10 ppm

- Arsénico, no más de 1 ppm
- Ácido carmínico, no menos de 1.8%

Adicionalmente, existe la Norma Técnica Peruana 209.191:1987 “Colorantes de uso permitido en alimentos. Colorantes derivados de la cochinilla”, la cual tiene aplicación para la producción de carmín dentro del Perú.

2.1.3. Buenas Prácticas de Manufactura

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM o GMP, por sus siglas en inglés) son el conjunto de herramientas y condiciones básicas que permiten la elaboración de alimentos seguros para el consumo humano. La aplicación de este sistema permite ofrecer productos inocuos para el consumidor, mediante el uso de instalaciones, equipo, materias primas, insumos y personal adecuados; así como, un correcto procedimiento de almacenaje y distribución.

Para acceder al mercado de Estados Unidos es necesario que las empresas tengan implementado las BPM; ya que, la FDA lo exige. Para asegurarse de ello, dicha institución visita periódicamente las instalaciones de las empresas.

De acuerdo a la Nueva Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos de EEUU (FSMA por sus siglas en inglés), la inspección a los establecimientos extranjeros (fuera de Estados Unidos) se deberá dar en 600 locales en el primer año de vigencia de la ley (2011) y los próximos cinco años se deberá duplicar anualmente la cantidad de visitas, logrando un total de 19200 en el 2016.

Las disposiciones de los Estados Unidos referente a las BPM se encuentran en el Código de Regulaciones Federales, Título 21, Parte 110 (21 CFR 110). Estas disposiciones se dividen en siete subpartes, dentro de las cuales se tocan temas referidos al personal; así como, instalaciones, equipos, control de procesos y producción, distribución y defectos naturales en los alimentos que no constituyen ningún riesgo para la salud. Para mayor detalle ver el ANEXO 3.

Por otro lado, la regulación nacional relacionada con el tema es el “Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas”, el cual fue aprobado por el Decreto Supremo N° 007-98-SA. Esta normativa se divide nueve títulos, diez y nueve

capítulos, además de unas disposiciones complementarias, transitorias y finales. La disposición de los títulos y capítulos se muestra en el ANEXO 4.

2.1.4. Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (HACCP)

El Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control o HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), por sus siglas en inglés, es un sistema que permite identificar, analizar y controlar los peligros significativos para la inocuidad de los alimentos. En el ANEXO 5 se muestran las ventajas, los principios y los pasos para la implementación del Sistema HACCP.

Para que el carmín de cochinilla ingrese al mercado de los Estados Unidos no es obligatoria la aplicación del Sistema HACCP; ya que este es solo obligatorio para los productos hidrobiológicos y para jugos fabricados y comercializados en dicho país. Sin embargo, si el cliente lo requiere (lo cual es muy común hoy en día), se deberá contar con dicho sistema.

Por otro lado, en Perú sí es obligatoria la aplicación de dicho sistema, siempre que los productos sean destinados al mercado local. En tales casos, DIGESA es la entidad que se encarga de validar el plan HACCP y habilitar la planta de producción mediante la emisión del Certificado Oficial de Validación del Plan HACCP y el Certificado de Habilitación de la Planta.

Cabe indicar que a partir de dichos certificados, es posible obtener el Certificado Oficial Sanitario de Exportación, el cual valida los lotes de producción y servirá dependiendo del mercado de destino. Sin embargo, dicho certificado no es obligatorio y no constituye un requisito de preembarque; es decir, no será solicitado por Aduanas al momento de la exportación.

Para poder implementar el sistema HACCP en la empresa, es necesario haber implementado antes, las BPM. Dentro de la normativa peruana vigente relacionada con la aplicación del HACCP se tiene la “Norma Sanitaria para la Aplicación del Sistema HACCP en la Fabricación de Alimentos y Bebidas”, el cual fue aprobado por Resolución Ministerial N° 449-2006 /MINSA, publicada el 17 de mayo de 2006. En el ANEXO 6 se muestra un plan HACCP de ejemplo.

2.1.5. Comercialización

Para la comercialización del producto se deben cumplir ciertos requisitos técnicos; sobretodo, requerimientos relacionados con la información proporcionada en el envase. Asimismo, se requiere cumplir con las exigencias documentarias tales como certificados. A continuación se detallan algunos de dichos requerimientos.

2.1.5.1. Envase y embalaje

El envasado se deberá llevar a cabo en una zona limpia, bajo condiciones higiénicas adecuadas, de modo que el producto no se contamine.

El producto se envasa en bolsas de polietileno de alta densidad a prueba de humedad y son colocados dentro de un tambor de fibra de cartón. Para lograr la inocuidad, se recomienda realizar el envasado en una selladora al vacío.

Por otro lado, el embalaje es aquel material que permite agrupar cierta cantidad uniforme de productos con el fin de facilitar su manejo y transporte. Para el caso del carmín de cochinilla, los tambores de fibra de cartón constituyen el material que agrupa una cantidad constante de productos. Además, se tiene que dichos tambores se colocan en parihuelas de madera. Para el caso de estas parihuelas, es necesario que sean tratadas térmicamente o fumigadas con bromuro de metilo, debido a que se trata de un aditivo alimenticio.

2.1.5.2. Etiquetado

La normativa estadounidense referente al etiquetado de los colorantes de productos alimenticios se encuentra establecida en el Código de Regulaciones Federales, Título 21, Parte 70.25 (21 CFR 70), el cual se titula “Labeling requirements for color additives”.

Esta norma establece que la información proporcionada en las etiquetas debe ser suficiente para asegurar que su uso es seguro y cumple con los límites máximos permisibles impuestos al producto. Asimismo, parte de la información que se debe mostrar para el caso del carmín de cochinilla es:

- El nombre del material colorante, “ácido carmínico”.
- Una indicación general de uso. Por ejemplo: “Solo para uso en alimentos” o “Para uso en alimentos, cosméticos y fármacos”.

- Fecha de vencimiento.

Por otro lado, si en la elaboración de un alimento o cosmético se ha empleado carmín de cochinilla o extracto de cochinilla, se debe listar dicho aditivo en los ingredientes.

2.1.5.3. Transporte y Almacenamiento

Todos los recipientes que sirven para almacenar al carmín de cochinilla deben marcarse y destinarse para el uso exclusivo de dicho producto. Del mismo modo, los contenedores y vehículos empleados para el transporte del carmín no podrán emplearse para otro uso diferente que al transporte de alimentos o aditivos alimenticios.

2.1.5.4. Ley contra el Bioterrorismo

La ley contra el bioterrorismo está vigente en Estados Unidos a partir del 2003. Esta ley establece ciertas medidas enfocadas a la protección, distribución y venta de alimentos de origen estadounidense o importado, en contra de posibles actos terroristas en dicho país. Cabe indicar que la ley aplica tanto para alimentos como para los aditivos.

Una de las etapas del procedimiento de la ley es el relacionado con el registro de las instalaciones. Es decir, se requiere que cualquier establecimiento en el cual se haya producido, procesado, empaclado o almacenado carmín de cochinilla esté registrado en el sistema del FDA. Asimismo, otra etapa del procedimiento es la notificación previa de envíos; esto es, la empresa debe notificar a la FDA el envío de carmín de cochinilla considerando lo siguiente:

- El artículo o producto
- El productor
- El exportador
- El país de donde el producto es originario
- El país en donde el producto es embarcado
- El puerto por donde ingresará a Estados Unidos

2.1.5.5. Certificación CTPAT y BASC

Las certificaciones CTPAT (Customs – Trade Partnership Against Terrorism) y BASC (Business Alliance for Secure Commerce) son recomendables, más no obligatorias.

La CTPAT es una iniciativa entre el gobierno estadounidense y el sector privado cuyo objetivo es establecer una cercana cooperación entre las diferentes partes que participan de la cadena de suministro de un producto.

Por otro lado, la certificación de Alianza Empresarial para un Comercio Seguro (BASC, por sus siglas en inglés), la expide la Organización Mundial BASC (OMB) y tiene por objetivo asegurar y facilitar el comercio internacional mediante es establecimiento de estándares y procedimientos globales de seguridad aplicados a la cadena logística. Asimismo, la entidad trabaja en cooperación con la Organización Mundial de Aduanas y autoridades aduaneras de diferentes países.

2.1.6. Reglas de Origen y Certificado de Origen

El Capítulo 4 del Tratado de Libre Comercio (TLC) entre Perú y Estados Unidos establece las reglas de origen y procedimientos de origen que deben cumplir los productos comercializados.

Por ello, para que el carmín de cochinilla comercializado obtenga las preferencias arancelarias se debe certificar como producto originario del Perú. Para ello se tienen los dos escenarios siguientes:

- “Si es enteramente producido en el Perú y los insumos utilizados en su producción son originarios de Perú o EE.UU.; es decir, que producto principal utilizado para la elaborar el carmín de cochinilla sea cultivado o recolectado completamente en el Perú”. (Proyecto BID-ADEX, 2008)
- “Si es enteramente producido en el Perú y los insumos utilizados en su producción no son originarios de Perú o EE.UU.; en este caso, se deberá revisar el Requisito Específico de Origen (REO), el cual indica que el producto podrá ser considerado originario si los insumos utilizados en su producción se clasifican en cualquier capítulo diferente del correspondiente al producto final, en el caso de el carmín de cochinilla, cualquier capítulo distinto del 32.” (Proyecto BID-ADEX, 2008)

Los materiales indirectos serán considerados como originarios independientemente del lugar donde fueron producidos. Luego de determinar el cumplimiento de la regla de origen, se debe solicitar el trato arancelario preferencial.

2.2. Proceso

En el presente acápite se presenta el Diagrama de Operaciones general para el proceso de producción del carmín de cochinilla; además, se describe cada una de las operaciones requeridas a lo largo del proceso productivo.

2.2.1. Diagrama de Operaciones

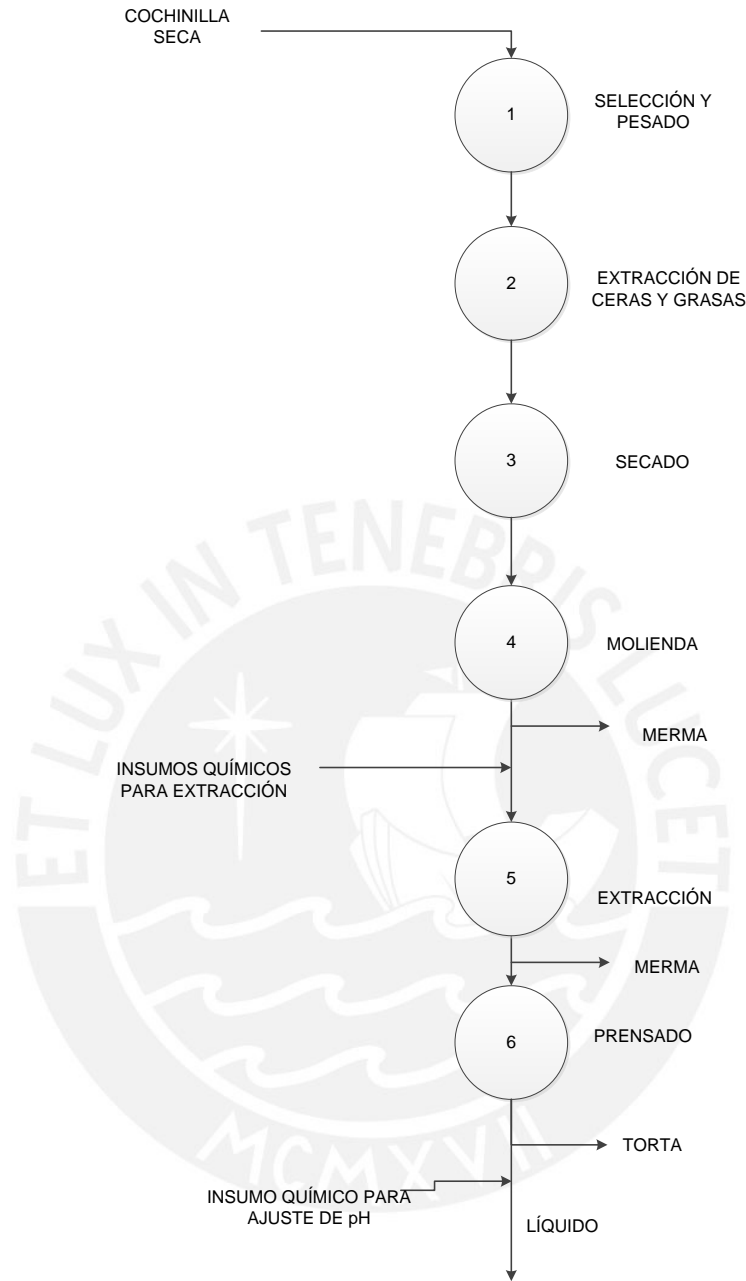
El proceso de producción del carmín de cochinilla depende de los métodos elegidos en las diferentes empresas productoras. Se pueden considerar operaciones adicionales de limpieza y mayor cantidad de fases de extracción, dependiendo de la calidad de la materia prima y del porcentaje de ácido carmínico deseado en el producto final.

Asimismo, existen variantes en los métodos de extracción y precipitación del principio activo de la cochinilla (ácido carmínico). Estos diferentes tipos teóricos de preparación, se mencionan a continuación.

- Método Alemán
- Método de Carré
- Método Francés
- Método Inglés
- Método de Thorpe
- Método de Forgiós-2
- Método de Robin
- Método Americano

La diferencia principal radica en los insumos requeridos; así como, las cantidades de dichos elementos.

En la figura 1 se muestra el Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) teórico que se puede encontrar en la bibliografía y que, en términos generales, es aplicado en la industria.



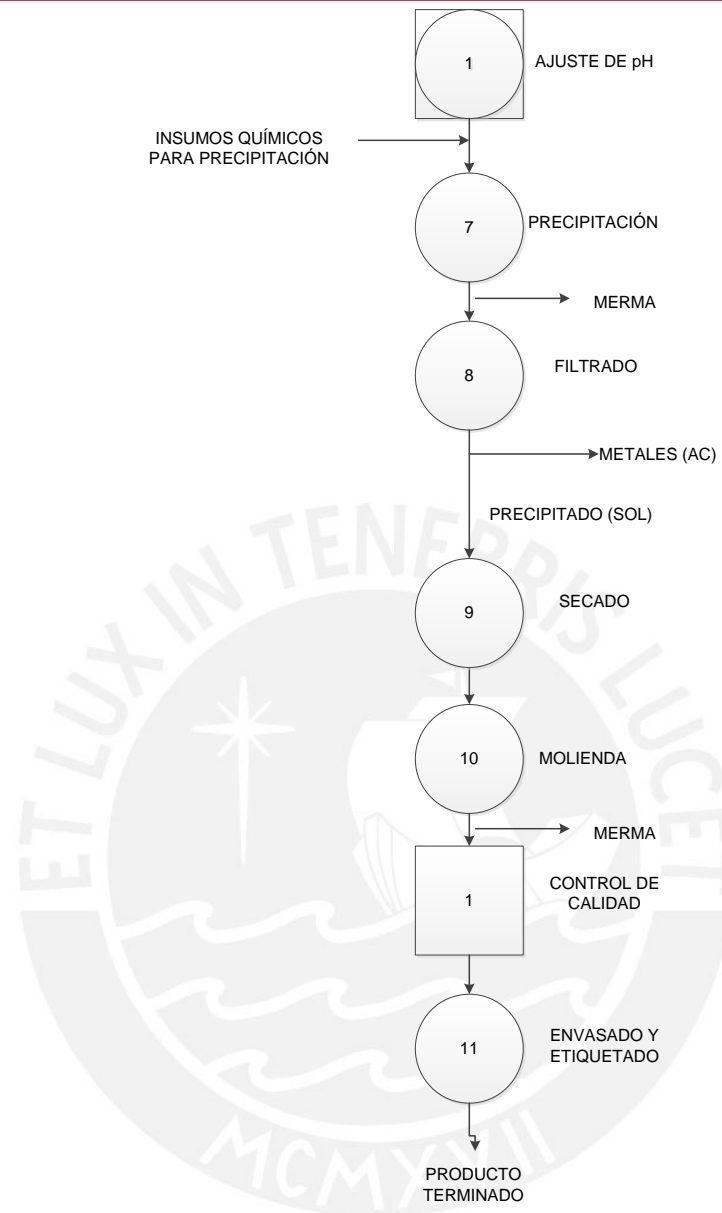


Figura 1. Diagrama de Operaciones del Proceso general

Elaboración Propia

Cabe indicar que el presente DOP corresponde a un proceso teórico general y para fines del diseño de la planta se considerará uno específico, considerando las prácticas reales en la industria. Por ello, en el presente DOP solo se indican las operaciones en las cuales se dan las mermas; mas no los porcentajes. Estos valores serán indicados en el DOP específico (ver Figura 5).

2.2.2. Descripción de los Procesos

La materia prima del proceso productivo es la cochinilla hembra adulta seca en estado de oviposición; ya que, en ese estado el insecto presenta mayores contenidos de ácido carmínico en su interior.

Una vez que la materia prima ingrese a la planta debe ser analizada con el fin de comprobar su calidad en base al porcentaje de ácido carmínico, porcentaje de humedad y porcentaje de cenizas.

2.2.2.1. Selección y Pesado

Esta etapa consiste principalmente en separar toda materia prima que no permita un correcto funcionamiento del sistema y una eficiente extracción, sea por motivos de tamaño pequeño o porque el material se encuentre deteriorado.

Se separa la cochinilla de mejor calidad de la cochinilla de menor calidad ya que solo se trabajará con la primera. En este proceso se emplea un tamiz estandarizado para poder realizar la separación de las partículas. Según IDRC, 1999, solo se debe procesar la cochinilla contenida en tamices desde el número 10 al 14; es decir, entre 1.41 a 2.00 mm.

2.2.2.2. Extracción de grasas y ceras

Esta operación consiste en preparar una solución orgánica, la cual puede ser hexano, y verterla en un tanque de acero inoxidable para poder añadir la cochinilla seca. La relación de la cochinilla y el material orgánico varía dependiendo de qué insumo se está utilizando; sin embargo, para el caso del hexano la relación es de 1:1. Asimismo, se debe agitar la solución constantemente, y así lograr la eliminación de las grasas y ceras de la materia prima.

2.2.2.3. Secado

Se acondicionan bandejas de secado en las cuales se colocará la cochinilla de manera que se eliminen los restos de hexano u otro material orgánico, a temperatura ambiente.

2.2.2.4. Molienda

En esta operación se reduce el tamaño de las partículas de cochinilla con el fin de que la superficie de contacto de la materia prima con el solvente sea mayor y así lograr una mejor y más rápida extracción. Se emplea un molino, generalmente de martillos, acondicionado con mallas para asegurar el tamaño de las partículas que continuarán con el proceso.

2.2.2.5. Extracción

La cochinilla molida es mezclada con compuestos químicos y agua en un tanque de acero inoxidable; se eleva la temperatura hasta el punto de ebullición del agua y se emplea la chaqueta de vapor del tanque para mantener la temperatura elevada. Esta operación se da mediante agitación constante.

De la extracción se obtiene un licor que contiene ácido carmínico; además, sólidos insolubles. Posteriormente, la solución es filtrada mediante un prensado. Cabe indicar que es posible realizar más de una vez la operación de extracción.

2.2.2.6. Prensado

La solución obtenida de la operación de extracción es llevada a un filtro prensa para separar la fase rica en ácido carmínico de la fase compuesta por sólidos insolubles.

2.2.2.7. Ajuste de pH

Este proceso consiste básicamente en añadir un compuesto químico para estabilizar la solución obtenida del prensado (fase líquida). El ajuste de pH es una etapa dentro del proceso productivo que sirve para tomar muestras del producto y establecer medidas correctivas en caso los atributos no sean los deseados.

2.2.2.8. Precipitación

La operación de precipitación consiste en añadir compuestos químicos al licor obtenido de la operación anterior, con el fin de sedimentar los elementos que conforman el producto final; es decir, el carmín de cochinilla.

Para ello, se agregan los compuestos necesarios y se agita la mezcla durante un determinado tiempo y a elevada temperatura para después dejar la solución en reposo.

2.2.2.9. Filtrado

Después del tiempo de reposo se realiza un filtrado para separar la pasta de carmín del resto de la mezcla. Con esto, la pasta coloreada se deja enfriar y reposar.

2.2.2.10. Secado

La pasta se coloca sobre bandejas de acero inoxidable y se le expone a elevadas temperaturas. Esta operación se debe realizar en ausencia de luz y bajo un vacío parcial; es decir, en un ambiente libre de humedad (menor a 3%).

2.2.2.11. Molienda

Al producto seco se le envía a un molino para obtener partículas pequeñas y uniformes. El tipo de molino empleado generalmente es el de bolas por su capacidad de obtener partículas más pequeñas que los molinos de martillo.

2.2.2.12. Control de Calidad

En la etapa final del proceso productivo se realiza una inspección de calidad a los lotes elaborados con el fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos técnicos del producto. Para ello, se realizan pruebas de pH, colorimetría y espectrofotometría.

2.2.2.13. Envasado y etiquetado

El producto final generalmente es envasado en bolsas de polietileno de alta densidad con cantidades que varían entre 1 y 25 kg, dependiendo de los pedidos de clientes.

CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE

Las tecnologías empleadas en cada operación varían de acuerdo al método de producción, la capacidad de producción, política de ahorro en costos, optimización de los recursos y facilidad de accesibilidad a dichas tecnologías. Dentro de las operaciones con mayor variación respecto a las tecnologías que utilizan se tiene a la extracción y la precipitación. A continuación, se describen las alternativas para cada una de dichas operaciones, basado en Gibaja, 1998.

3.1. Extracción

Lo que usualmente varía en los procesos de extracción para la obtención del carmín de cochinilla son los insumos químicos que se emplean para extraer el principio activo (ácido carmínico), así como el medio empleado (acuoso, alcohólico, entre otros).

Cabe indicar que la cantidad empleada de cada insumo depende directamente de la cantidad de cochinilla seca a extraer. De acuerdo a los niveles de concentración deseados de ácido carmínico en el producto final es que se realizan los respectivos balances estequiométrico y así se determina la proporción de cada insumo. A continuación se presentan los compuestos químicos usados en la extracción, según métodos teóricos.

3.1.1. Método Alemán

El método alemán propone emplear una proporción de 15 litros de agua por cada kilogramo de cochinilla seca que ingresa a la línea de producción (ver tabla 5).

Tabla 5. Insumos para extracción – Método Alemán

Componente	Unidades	Cantidad
Agua Desionizada	mL	1500
Cochinilla molida y desengrasada	g	100

Elaboración propia

3.1.2. Método Carré

El método Carré propone emplear una proporción de 15 litros de agua por cada kilogramo de cochinilla seca que ingresa a la línea de producción (ver tabla 6).

Tabla 6. Insumos para extracción – Método Carré

Componente	Unidades	Cantidad
Agua Desionizada	mL	1500
Cochinilla molida y desengrasada	g	100
Carbonato de Sodio	g	24
Ácido Cítrico	g	28

Elaboración propia

3.1.3. Método Francés

El método Francés propone emplear una proporción de 15 litros de agua por cada kilogramo de cochinilla seca que ingresa a la línea de producción (ver tabla 7).

Tabla 7. Insumos para extracción – Método Francés

Componente	Unidades	Cantidad
Agua Desionizada	mL	1500
Cochinilla molida y desengrasada	g	100

Elaboración propia

3.1.4. Método Inglés

El método Inglés propone emplear una proporción de 15 litros de agua por cada kilogramo de cochinilla seca que ingresa a la línea de producción. Además, plantea el uso de 0.04 kilogramos de carbonato de sodio por cada kilogramo de cochinilla (ver tabla 8).

Tabla 8. Insumos para extracción – Método Inglés

Componente	Unidades	Cantidad
Agua Desionizada	mL	1500
Cochinilla molida y desengrasada	g	100
Carbonato de Sodio	g	4

Elaboración propia

3.1.5. Método de Thorpe

El método Thorpe propone emplear una proporción de 15 litros de agua por cada kilogramo de cochinilla seca que ingresa a la línea de producción (ver tabla 9).

Tabla 9. Insumos para extracción – Método Thorpe

Componente	Unidades	Cantidad
Agua Desionizada	mL	1500
Cochinilla molida y desengrasada	g	100

Elaboración propia

3.1.6. Método de Forgios-2

El método Forgios-2 propone emplear una proporción de 22 litros de agua por cada kilogramo de cochinilla seca que ingresa a la línea de producción. Además, plantea el uso de 0.56 gramos de un antioxidante y 0.022 kilogramos de fosfato de sodio monobásico por cada kilogramo de cochinilla (ver tabla 10).

Tabla 10. Insumos para extracción – Método de Forgios-2 fase 1

Componente	Unidades	Cantidad
Agua Desionizada	L	400
Cochinilla molida y desengrasada	Kg	18
Antioxidante	g	10
Fosfato de sodio monobásico	g	400

Elaboración propia

Asimismo, el método Forgios-2 plantea una segunda fase de extracción en la cual propone emplear una proporción de 17 litros de agua adicional por cada kilogramo de cochinilla seca que ingresa a la línea de producción (se basa en la cantidad de cochinilla inicial). Además, plantea el uso de 0.053 kilogramos de carbonato de sodio, 0.055 kilogramos de ácido cítrico y 0.56 gramos de antioxidante por cada kilogramo de cochinilla (ver tabla 11).

Tabla 11. Insumos para extracción – Método de Forgios-2 fase 2

Componente	Unidades	Cantidad
Agua Desionizada	L	300
Carbonato de Sodio	g	950
Ácido Cítrico	g	990
Antioxidante	g	10

Elaboración propia

3.1.7. Método de Robin

El método Robin propone emplear una proporción de 20 litros de agua por cada kilogramo de cochinilla seca que ingresa a la línea de producción. Además, plantea el uso de 0.002 kilogramos de carbonato de sodio por cada kilogramo de cochinilla (ver tabla 12).

Tabla 12. Insumos para extracción – Método de Robin

Componente	Unidades	Cantidad
Agua Desionizada	L	400
Cochinilla molida y desengrasada	Kg	20
Carbonato de Sodio	g	40

Elaboración propia

3.1.8. Método Americano

El método Americano propone emplear una proporción de 14.3 litros de agua por cada kilogramo de cochinilla seca que ingresa a la línea de producción. Además, plantea el uso de 0.1 kilogramos de carbonato de sodio y 8.57 kilogramos de Ácido etilendiaminotetraacético por cada kilogramo de cochinilla (ver tabla 13).

Tabla 13. Insumos para extracción – Método Americano

Componente	Unidades	Cantidad
Agua Desionizada	L	500
Cochinilla molida y desengrasada	Kg	35
Carbonato de Sodio	Kg	3.5
EDTA (Ácido etilendiaminotetraacético)	g	300

Elaboración propia

3.2. Precipitación

Otra operación clave en la obtención del carmín de cochinilla es la concentración o precipitación. En esta etapa se necesita formar complejos quelantes, los cuales ayudan a separar el carmín, de la solución.

Al igual que en la extracción, en la precipitación también se calcula la cantidad empleada de cada insumo dependiendo de la cantidad de cochinilla seca que ingresó inicialmente al proceso productivo. Debido a que son métodos teóricos que contemplan tanto la fase de extracción como la de precipitación, en este caso la referencia será la

cantidad de solución a precipitar. A continuación se presentan los compuestos químicos empleados para formar los precipitados.

3.2.1. Método Alemán

El método Alemán propone emplear una proporción de 2.91 gramos de sulfato doble de aluminio y potasio por cada litro de solución a precipitar (ver tabla 14).

Tabla 14. Insumos para precipitación – Método Alemán

Componente	Unidades	Cantidad
Volumen de la solución	L	5.5
Sulfato doble de aluminio y potasio	g	16

Elaboración propia

3.2.2. Método Carré

El método Carré propone emplear una proporción de 5.82 gramos de sulfato doble de aluminio y potasio por cada litro de solución a precipitar (ver tabla 15).

Tabla 15. Insumos para precipitación – Método Carré

Componente	Unidades	Cantidad
Volumen de la solución	L	5.5
Sulfato doble de aluminio y potasio	g	32

Elaboración propia

3.2.3. Método Francés

El método Francés propone emplear una proporción de 1.82 gramos de sulfato doble de aluminio y potasio y 0.73 gramos de bitartrato de potasio por cada litro de solución a precipitar (ver tabla 16).

Tabla 16. Insumos para precipitación – Método Francés

Componente	Unidades	Cantidad
Volumen de la solución	L	5.5
Sulfato doble de aluminio y potasio	g	10
Bitartrato de Potasio	g	4

Elaboración propia

3.2.4. Método Inglés

El método Inglés propone emplear una proporción de 1.82 gramos de sulfato doble de aluminio y potasio por cada litro de solución a precipitar (ver tabla 17).

Tabla 17. Insumos para precipitación – Método Inglés

Componente	Unidades	Cantidad
Volumen de la solución	L	5.5
Sulfato doble de aluminio y potasio	g	10

Elaboración propia

3.2.5. Método de Thorpe

El método Thorpe propone emplear una proporción de 2.91 gramos de sulfato doble de aluminio y potasio por cada litro de solución a precipitar (ver tabla 18).

Tabla 18. Insumos para precipitación – Método Thorpe

Componente	Unidades	Cantidad
Volumen de la solución	L	5.5
Sulfato doble de aluminio y potasio	g	16

Elaboración propia

3.2.6. Método de Forgios-2

Según Gibaja, 1998, el método Forgios-2 propone el empleo de carbonato de calcio dispersado en agua, el sulfato de aluminio disuelto en agua y una solución 2N de ácido clorhídrico para el laqueado o precipitado. Por ello, en la tabla 19 se indica “Cálculo estequiométrico” para determinar las cantidades con respecto al volumen de solución a precipitar.

Tabla 19. Insumos para precipitación – Método de Forgios-2

Componente	Unidades	Cantidad
Volumen de la solución	L	1000
Carbonato de Calcio	Kg	Cálculo estequiométrico
Sulfato de Aluminio	Kg	Cálculo estequiométrico
Ácido clorhídrico	Kg	Hasta llegar a pH 3,0-3,5

Elaboración propia

3.2.7. Método de Robin

Según Gibaja, 1998, el método de Robin propone el empleo de carbonato de calcio, sulfato de aluminio y ácido sulfúrico para el laqueado o precipitado. Por ello, en la tabla 20 se indica “Cálculo estequiométrico” para determinar las cantidades con respecto al volumen de solución a precipitar.

Tabla 20. Insumos para precipitación – Método de Robin

Componente	Unidades	Cantidad
Volumen de la solución	L	2000
Carbonato de Calcio	Kg	Cálculo estequiométrico
Sulfato de Aluminio	Kg	Cálculo estequiométrico
Ácido Sulfúrico	Kg	Hasta llegar a pH 3,0-3,8

Elaboración propia

3.2.8. Método Americano

Según Gibaja, 1998, el método Americano propone el empleo de carbonato de calcio, sulfato de aluminio, ácido cítrico y ácido sulfúrico para el laqueado o precipitado. Por ello, en la tabla 21 se indica “Cálculo estequiométrico” para determinar las cantidades con respecto al volumen de solución a precipitar.

Tabla 21. Insumos para precipitación – Método Americano

Componente	Unidades	Cantidad
Volumen de la solución	L	2000
Carbonato de Calcio	Kg	Cálculo estequiométrico
Sulfato de Aluminio	Kg	Cálculo estequiométrico
Ácido cítrico	Kg	Hasta llegar a pH 5,3-5,1
Ácido sulfúrico	Kg	Hasta llegar a pH 2,5-3,0

Elaboración propia

3.3. Método elegido

En el capítulo dos se describió el DOP general para la obtención del carmín de cochinilla; por otro lado, en los acápites 3.1 y 3.2 se presentaron los métodos teóricos para la extracción del ácido carmínico y precipitación del colorante, respectivamente.

A partir de dicha información y visitas a empresas del sector se eligieron los insumos que se emplearán en las respectivas operaciones de producción; los mismos que

permitirán determinar el método de producción, los niveles de producción, los balances de materia, la maquinaria requerida, el personal necesario y la distribución de la planta.

Cabe indicar que, según Aparicio et al. (2000), el método teórico más eficiente para la obtención de carmín es el método Carré; sin embargo, no se tomará un solo método teórico de los presentados en los puntos 3.1 y 3.2; sino, se analizarán las sustancias en cada método y su función dentro del proceso productivo. Adicionalmente, se contrastará dichos métodos con información recopilada en la industria y se optará por un mix de insumos.

3.3.1. Extracción

En los métodos Alemán, Francés y Thorpe solo se propone la extracción mediante la mezcla de la cochinilla molida y seca con el agua; sin embargo, se requiere de reguladores de acidez; ya que, el pH es un indicador importante durante todo el proceso de producción. Debido a ello, estos métodos teóricos son descartados.

Los métodos Inglés y Robin emplean solo carbonato de sodio como regulador de acidez; sin embargo, esta sustancia es una base con pH alrededor de 11, resultando un valor muy elevado. Por ello, se descartan estos métodos.

El método de Forgios-2 utiliza fosfato de sodio monobásico como regulador de acidez, permitiendo llegar a un valor aproximado de 4,5 de pH, por lo que puede ser considerado para la elección del método de extracción; sin embargo carece de un agente quelante.

El método Carré emplea carbonato de sodio y ácido cítrico, una base y un ácido, respectivamente. El principio de mezcla de dos sustancias con pH básicos y ácidos es el adecuado, por lo que este método podría ser escogido para el desarrollo de la ingeniería de la presente tesis.

El método Americano emplea solo carbonato de sodio como regulador de acidez y por ello se descarta; sin embargo, la peculiaridad de este método es el empleo del EDTA como agente quelante, situación que no se muestra en los otros métodos.

A manera de resumen se puede mencionar que, tal como se expone en el método Carré, es necesario el empleo de una base y un ácido para la regulación del pH. Asimismo, tal como se muestra en el método Americano, es necesario el empleo de un

agente quelante para formar quelatos con los metales presentes en la solución (originados por el cuerpo del animal).

Tal como se mencionó anteriormente, cada empresa emplea diferentes sustancias químicas para el proceso de obtención del carmín. Esto obedece a sus pruebas de laboratorio y actividades de investigación y desarrollo de productos. En el ANEXO 7 se muestra un documento obtenido de una empresa productora y exportadora de carmín, en el cual se detallan los insumos empleados para la obtención de producto, los costos unitarios de estos y el precio de venta del carmín.

En dicho documento se puede observar que los insumos empleados en la producción del carmín, relacionados específicamente con la extracción del ácido carmínico, son:

- Cochinilla de primera
- Regulador de acidez SIN 500 (carbonato de sodio)
- Regulador de acidez INS 513 (ácido sulfúrico)

Estas sustancias son similares a las mencionadas en los métodos teóricos.

En base a la información brindada por el Jefe de Planta de una empresa del sector a través de una entrevista, se determinó que el ácido sulfúrico puede ser sustituido por el ácido fosfórico debido a sus similitudes tanto funcionales como en temas de costos.

En conclusión, para el presente trabajo de investigación se considerarán las siguientes sustancias, para sus respectivas funciones dentro del proceso de extracción.

- Carbonato de Sodio (regulador de acidez)
- Ácido fosfórico (regulador de acidez)
- Ácido etilendiaminotetraacético (agente quelante)

3.3.2. Precipitación

En los métodos Alemán, Carré, Francés, Inglés y Thorpe se emplea sulfato doble de aluminio y potasio como agente endurecedor, el cual permite la precipitación del carmín.

Por otro lado, el método de forgios-2 emplea sulfato de aluminio como agente secuestrante, carbonato de calcio como agente endurecedor y ácido clorhídrico como

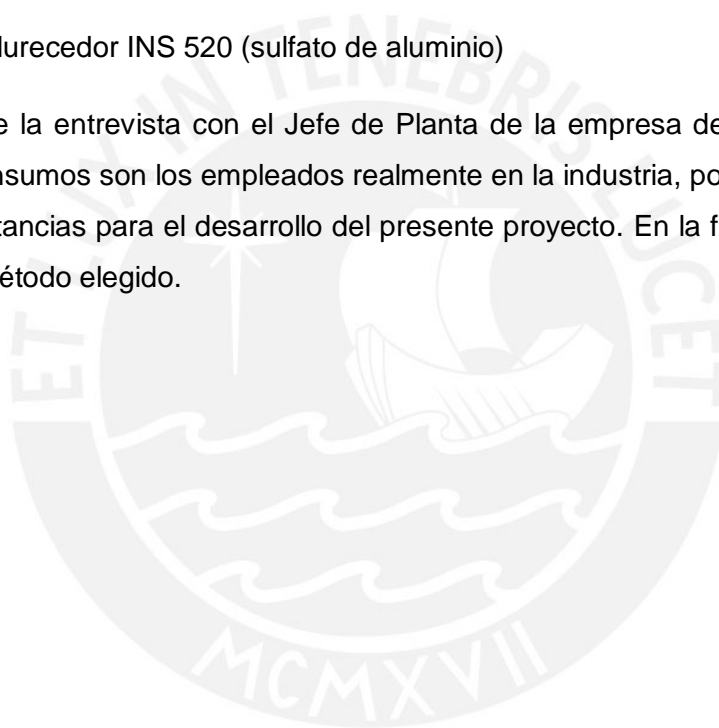
regulador de pH; mientras que, los métodos de Robin y Americano reemplazan el ácido clorhídrico por ácido sulfúrico.

De esto se concluye que, se debe considerar un agente secuestrante, un agente endurecedor y un regulador de pH.

Adicionalmente, en el ANEXO 7 se puede observar que los insumos empleados en la producción del carmín, relacionados específicamente con la precipitación de la pasta de carmín, son:

- Agente secuestrante SIN 509 (cloruro de calcio)
- Endurecedor INS 520 (sulfato de aluminio)

A través de la entrevista con el Jefe de Planta de la empresa del rubro se comprobó que esos insumos son los empleados realmente en la industria, por lo que, se utilizarán dichas sustancias para el desarrollo del presente proyecto. En la figura 5 se muestra el DOP del método elegido.



CAPÍTULO 4: ESTUDIO TÉCNICO Y DE INGENIERÍA

En el presente capítulo se desarrollan tres temas: el estudio de localización, el estudio de ingeniería y el estudio de la organización. En el primero se analizan las posibles ubicaciones de la planta de producción de acuerdo a factores, tales como, cercanía a materia prima, costos promedios de terrenos, entre otros; a partir de ello se concluye con una localización determinada. En el segundo se elabora propiamente la ingeniería de la planta de producción, definiendo niveles y proceso de producción para dimensionar la planta. En el tercero se muestra el personal requerido y las funciones de los puestos de trabajo.

4.1. Estudio de Localización

En el presente acápite, primero se realiza una definición de los factores a considerar para la macro localización de la planta, luego se procede a ponderar los factores y se concluye con una ubicación a nivel macro. Posteriormente, y de manera similar, se procede para determinar la micro localización.

4.1.1. Macro Localización

En el estudio de macro localización de la planta se considerarán aquellos lugares que actualmente representan mayor producción de cochinilla; cercanía a los puertos aduaneros, cercanía con proveedores de otros insumos, entre otros. Los lugares a evaluar son los siguientes: Lima-callao, provincia de cañete, provincia de Nazca y provincia de Arequipa. Los factores para la evaluación son los siguientes.

- Factor 1: Cercanía a la fuente de materia prima (cochinilla).
- Factor 2: Cercanía a proveedores de otros insumos.
- Factor 3: Disponibilidad de mano de obra calificada.
- Factor 4: Cercanía a algún punto de embarque (exportación marítima)
- Factor 5: Disponibilidad de servicios básicos (energía, luz, agua).
- Factor 6: Disponibilidad de terrenos (zonas industriales).
- Factor 7: Costos promedios de terrenos.
- Factor 8: Condiciones sociales y culturales.
- Factor 9: Factor ambiental.
- Factor 10: Condiciones legales y políticas.

Antes de realizar la comparación de los potenciales lugares, se identificarán la importancia relativa de cada factor en comparación con los demás mediante el empleo de la técnica “Matriz de Enfrentamiento de Factores”. El resultado de la aplicación de esta herramienta para la macro localización se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Matriz de Enfrentamiento de factores para la Macro Localización

Factores	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	Conteo	Peso (%)
F1	-	3	2	2	1	3	2	3	2	1	19	10.56%
F2	1	-	1	2	3	2	2	2	2	1	16	8.89%
F3	2	3	-	1	2	3	2	2	2	2	19	10.56%
F4	2	2	3	-	2	2	3	3	2	3	22	12.22%
F5	3	1	2	2	-	2	2	3	3	3	21	11.67%
F6	1	2	1	2	2	-	2	3	3	3	19	10.56%
F7	2	2	2	1	2	2	-	2	2	2	17	9.44%
F8	1	2	2	1	1	1	2	-	2	2	14	7.78%
F9	2	2	2	2	1	1	2	2	-	2	16	8.89%
F10	3	3	2	1	1	1	2	2	2	-	17	9.44%
										Σ	180	100.00%

Elaboración propia

Una vez obtenido los pesos correspondientes a cada factor, se procede a comparar cada una de las alternativas de potenciales lugares para la planta de procesamiento de la cochinilla. Para ello, se considerarán los puntajes de evaluación de cada factor ante cada una de las alternativas mostrados en la tabla 23.

Tabla 23. Puntajes para la evaluación de alternativas de Macro Localización

PUNTAJE	DESCRIPCIÓN
10	Excelente
8	Muy Bueno
6	Bueno
4	Regular
2	Deficiente

Elaboración Propia

Tal como se puede observar en los resultados obtenidos de la comparación de las alternativas (ver tabla 24), la planta de procesamiento para la obtención de carmín de cochinilla deberá localizarse dentro de Lima Metropolitana o la provincia constitucional del Callao.

Tabla 24. Evaluación de alternativas para la Macro Localización

Factores	Peso	Alternativas de Localización							
		Lima-Callao		Cañete		Nazca		Arequipa	
		Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación
F1	10.56%	8	0.84	10	1.06	8	0.84	4	0.42
F2	8.89%	10	0.89	6	0.53	6	0.53	8	0.71
F3	10.56%	10	1.06	6	0.63	6	0.63	8	0.84
F4	12.22%	10	1.22	8	0.98	8	0.98	8	0.98
F5	11.67%	10	1.17	6	0.70	8	0.93	8	0.93
F6	10.56%	8	0.84	6	0.63	6	0.63	8	0.84
F7	9.44%	6	0.57	8	0.76	8	0.76	6	0.57
F8	7.78%	8	0.62	6	0.47	6	0.47	8	0.62
F9	8.89%	8	0.71	4	0.36	6	0.53	8	0.71
F10	9.44%	8	0.76	6	0.57	8	0.76	8	0.76
	100.00%		8.68		6.68		7.07		7.39

Elaboración Propia

4.1.2. Micro localización

En el estudio de micro localización se dividirá a la zona Lima-Callao, en 5 sectores, los cuales son, Lima Norte, Lima Este, Lima Centro, Lima Sur y Callao.

De estos, se descarta alguna ubicación en Lima Norte ya que la materia prima se encuentra localizada principalmente hacia el sur; además, los distritos industrialmente más dinámicos de la región Lima Norte se encuentran en las zonas septentrionales, haciendo que la posible ubicación de la planta la aleje aún más de la fuente de materia prima.

El sector Lima Centro también se descarta debido a que son pocas las zonas que se mantienen para uso industrial; por el contrario, el comercio y las residencias siguen

aumentando. Lima Centro solo representa el 4% de la zonificación industrial de Lima y se prevé una reubicación, en el corto o mediano plazo, de las industrias presentes en esta parte de Lima¹.

Para comparar los sectores industriales de Callao, Lima Este y Lima Sur, se considerarán los siguientes factores.

- Factor 1: Nivel de distribución de m² de terrenos industriales
- Factor 2: Calidad de suelos
- Factor 3: Acceso a servicios básicos (energía, luz, agua)
- Factor 4: Aspectos sociales
- Factor 5: Aspectos ambientales
- Factor 6: Cercanía a materia prima (cochinilla)
- Factor 7: Cercanía a proveedores de otros insumos
- Factor 8: Cercanía a puerto de embarque (exportación marítima)
- Factor 9: Costo promedio de m²
- Factor 10: Posibilidad de expansión en la capacidad instalada

Estos factores se compararán de acuerdo a su nivel de importancia relativa, obteniéndose la “Matriz de Enfrentamiento de Factores” mostrada en la tabla 25.

Cada alternativa será evaluada con respecto a los factores, de acuerdo a los puntajes mostrados en la tabla 26.

Según CBRE, 2012, los precios promedio de los terrenos industriales por sub mercado o sector de Lima Provincia, en dólares son los que se muestran en la tabla 27.

Debido a que las alternativas son Lima Sur 1, Lima Este y Callao, los extremos del rango de precios de los terrenos, así como, sus equivalentes con respecto a los puntajes mencionados en la tabla 26 (del 2 al 10), se muestran en la figura 2.

De acuerdo a la figura 2, los puntajes correspondientes para Callao, Lima Este y Lima Sur 1, con respecto al factor “Costo Promedio de m²”, son 8, 4 y 10 respectivamente.

¹ http://cbre.com.pe/pages/mercado/ind_1_trimestre_2012.pdf

Tabla 25. Matriz de Enfrentamiento de factores para la Micro Localización

Factores	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	Conteo	Peso (%)
F1	-	3	2	3	3	2	3	2	2	2	22	12.09%
F2	1	-	1	2	2	1	2	3	2	2	16	8.79%
F3	2	3	-	2	2	2	3	2	2	2	20	10.99%
F4	1	2	2	-	2	1	2	2	2	3	17	9.34%
F5	1	2	2	2	-	1	2	2	2	3	17	9.34%
F6	2	3	2	3	3	-	3	2	3	3	24	13.19%
F7	1	2	3	2	2	1	-	2	2	2	17	9.34%
F8	2	1	2	2	2	2	2	-	2	2	17	9.34%
F9	2	2	2	2	2	1	2	2	-	2	17	9.34%
F10	2	2	2	1	1	1	2	2	2	-	15	8.24%
										Σ	182	100.00%

Elaboración Propia

Tabla 26. Puntajes para la evaluación de alternativas de la Micro Localización

PUNTAJE	DESCRIPCIÓN
10	Excelente
8	Muy Bueno
6	Bueno
4	Regular
2	Deficiente

Elaboración Propia

Tabla 27. Lima – valores de Inmuebles Industriales

SUBMERCADO	PRECIO PROMEDIO (USD/m ²)*
Lima Sur 1 (hasta el Km 40)**	US\$120 – US\$180
Lima Sur 2 (después del Km 40)***	US\$30 – US\$50
Lima Este	US\$400 – US\$800
Callao	US\$200 – US\$300
Lima Norte	US\$120 – US\$300
Lima Centro	US\$300 – US\$450

* Valores estimados en base a las condiciones del mercado

** Terrenos con zonificación y servicios

*** Terrenos rústicos sin zonificación ni servicios

Elaboración Propia

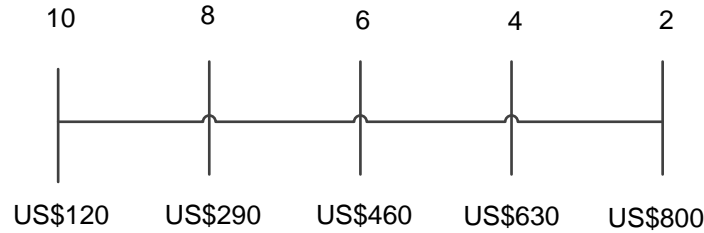


Figura 2. Equivalencia Costo Promedio m² – Puntaje del Factor

Elaboración Propia

Según CBRE, 2012, la distribución de m² de terrenos para uso industrial por sub mercado o sector de Lima Provincia, es la que se muestra en la tabla 28.

Tabla 28. Distribución de m² de terrenos con Zonificación Industrial

SUBMERCADO	DISTRIBUCIÓN m ² AL 1ER TRIMESTRE 2012
Lima Centro	3'004,638
Lima Sur	16'612,568
Lima Este	36'595,945
Lima Norte	5'706,819
Callao	8'544,968
Total*	70'464,938

* Total de metros cuadrados en Lima Metropolitana y en la Provincia Constitucional del Callao con Zonificación Industrial

Elaboración Propia

Debido a que las alternativas son Lima Sur, Lima Este y Callao, los extremos del rango actual del factor, así como, sus equivalentes con respecto a los puntajes de la tabla 26, se muestran en la figura 3.

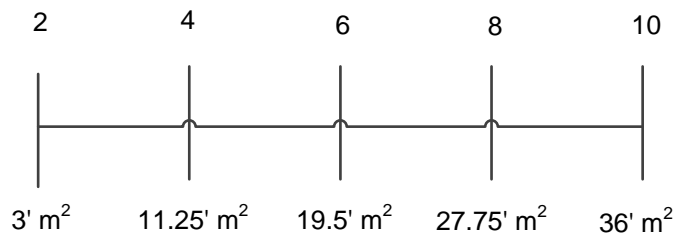


Figura 3. Equivalencia Nivel de Distribución de m² – Puntaje del Factor

Elaboración Propia

De acuerdo a la figura 3, los puntajes correspondientes para Callao, Lima Este y Lima Sur, con respecto al factor “Nivel de distribución de m² de terrenos industriales”, son 4, 10 y 6 respectivamente.

En la tabla 29 se muestra el resultado de la comparación de las tres alternativas de micro localización con respecto a los 10 factores mencionados anteriormente y a los pesos que cada uno de estos representa.

Tabla 29. Evaluación de alternativas para la Micro Localización

Factores	Peso	Alternativas de Localización					
		Callao		Lima Este		Lima Sur	
		Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación
F1	12.09%	4	0.48	8	0.97	6	0.73
F2	8.79%	8	0.70	6	0.53	6	0.53
F3	10.99%	8	0.88	8	0.88	6	0.66
F4	9.34%	6	0.56	8	0.75	8	0.75
F5	9.34%	8	0.75	8	0.75	10	0.93
F6	13.19%	6	0.79	6	0.79	10	1.32
F7	9.34%	6	0.56	8	0.75	8	0.75
F8	9.34%	10	0.93	8	0.75	6	0.56
F9	9.34%	8	0.75	4	0.37	10	0.93
F10	8.24%	6	0.49	4	0.33	8	0.66
	100.00%		6.90		6.86		7.81

Elaboración Propia

Tal como se puede observar en los resultados obtenidos de la comparación de las alternativas, la planta de procesamiento para la obtención de carmín de cochinilla deberá localizarse dentro de la región conformada por los distritos de Lima Sur.

Dentro de los distritos más representativos de Lima Sur en cuestión de zonas industriales tenemos Villa el Salvador, Villa María del Triunfo y Lurín. De estos, se optará por un terreno en Lurín ya que representa menores costos de adquisición, mayor oportunidades de expansión, acceso a servicios básicos a bajo costo y mayor cercanía a la fuente de materia prima.

El terreno a comprar será de 1000 m², 40 metros lineales de largo x 25 metros lineales de ancho. Está ubicado a la altura del Km 40 de la Panamericana Sur, en un área de zonificación I2 (Industria ligera). El precio es de US\$ 110 x m², lo cual genera un pago total de US\$ 110,000.

4.2. Estudio de Ingeniería

En el presente acápite se determinará la capacidad y distribución de la planta de producción; para ello se desarrollarán temas como: proceso de producción, nivel de producción, balance de materia, programa de producción, maquinaria requerida y distribución de planta.

4.2.1. Proceso de producción

En el capítulo tres se presentaron los métodos que se pueden emplear para la elaboración del carmín de cochinilla; asimismo, se especificaron los insumos elegidos para el desarrollo de la presente tesis.

El proceso productivo consiste en preparar una solución compuesta de Carbonato de sodio, Ácido fosfórico, Ácido etilendiaminotetraacético. A esta solución se le agrega la cochinilla seca y molida para proceder con la extracción. Luego, el extracto es prensado para, posteriormente, proceder con la precipitación, para lo cual se requiere Cloruro de calcio y Sulfato de aluminio. Luego de la precipitación, se requiere un filtrado obtener la pasta de carmín.

El flujo de operaciones para la obtención del carmín de cochinilla según el método establecido es el mostrado en la figura 4.

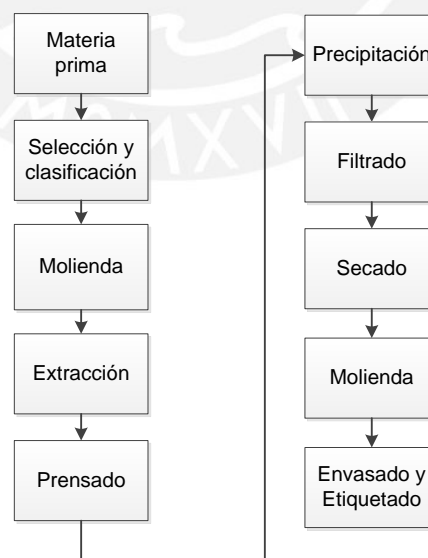
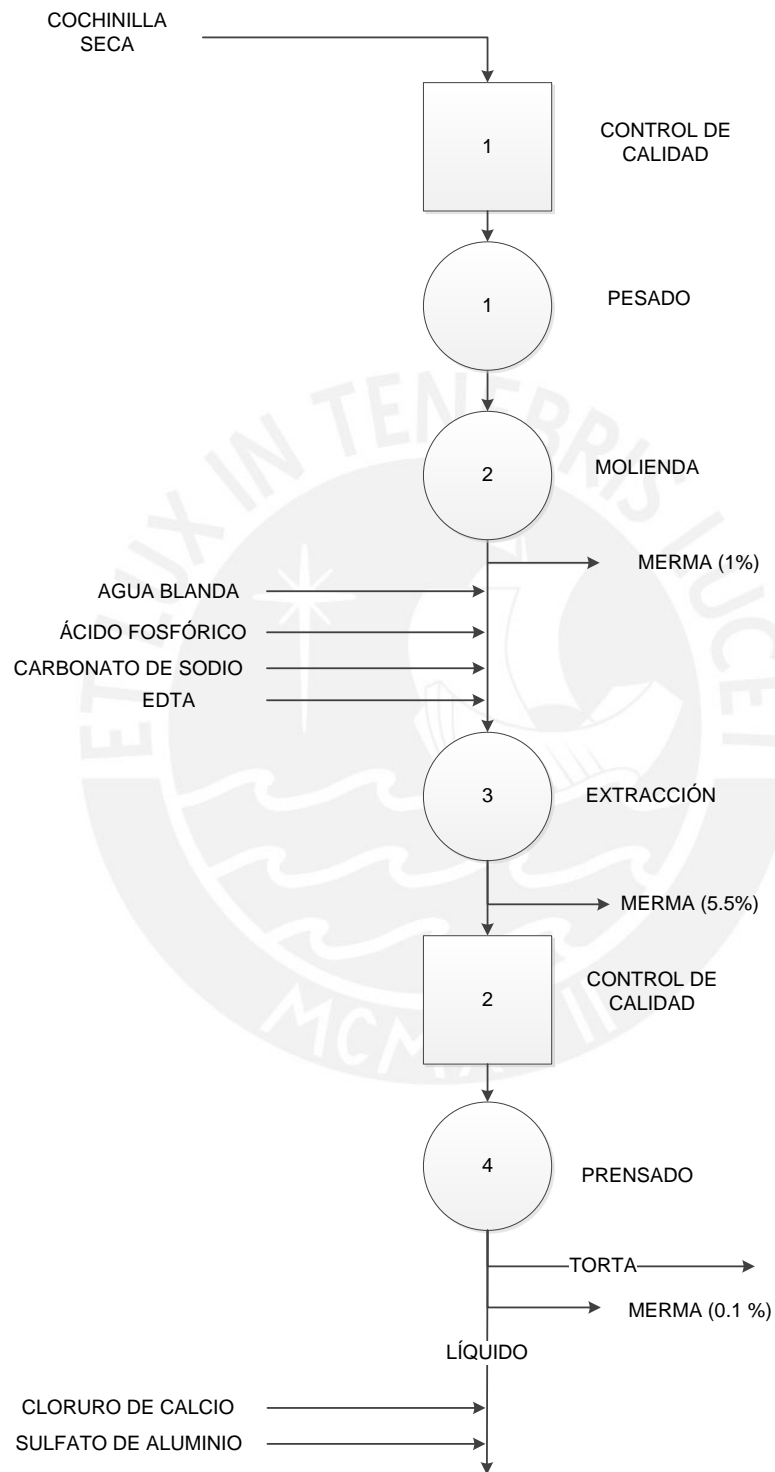


Figura 4. Flujo de Operaciones

Elaboración Propia

El DOP detallado para el proyecto presenta los ingresos y salidas en cada etapa del proceso productivo, tal como se muestra en la figura 5.



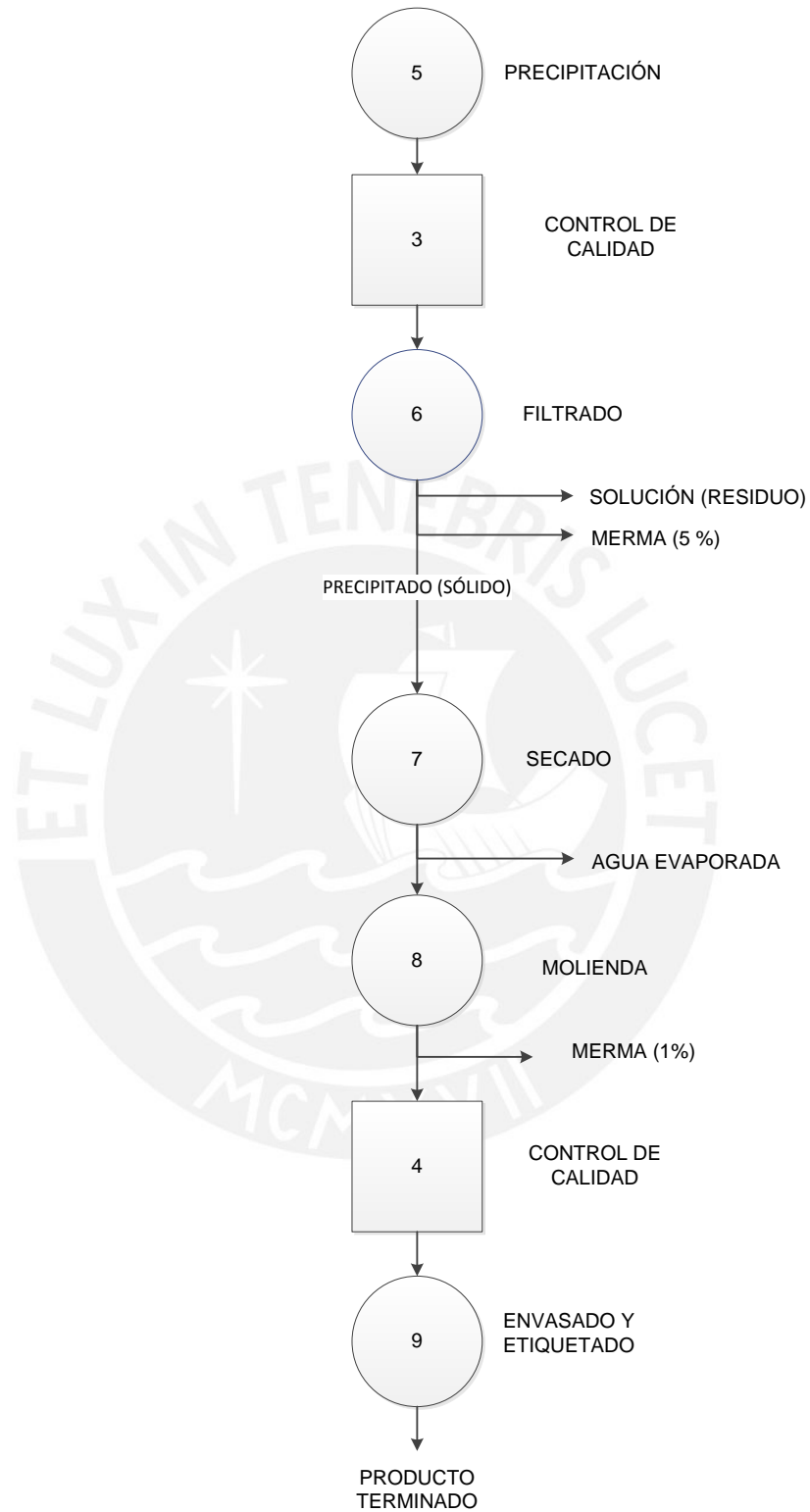


Figura 5. Diagrama de Operaciones del Proceso del proyecto

Elaboración Propia

4.2.1.1. Control de calidad

Antes de iniciar con el proceso productivo es necesario asegurarse de que la calidad de la materia prima se encuentre en óptimas condiciones; para ello, se debe realizar un primer control de calidad.

Este primer control de calidad permite determinar si la cochinilla seca obtenida de los proveedores cuenta con los niveles de ácido carmínico, cenizas y humedad adecuados. Las empresas emplean cochinilla de primera, segunda e incluso de tercera para sus operaciones dependiendo de las características del producto solicitado; sin embargo, para los cálculos de balance de materia en el presente trabajo se considerará cochinilla con 22% de ácido carmínico. Para que la merma sea lo menor posible, se debe trabajar con los proveedores para que sus productos sean uniformes y de alta calidad.

De acuerdo a la calificación de la calidad de la cochinilla seca determinada por INDECOPI, los factores considerados son el color, la forma, la madurez y el tamaño. Asimismo, se plantea el uso de mallas con las siguientes características para la separación de la cochinilla seca:

- De 2,0 mm o malla N°14 para obtener cochinilla de primera.
- De 1,0 mm o malla N°18 para obtener cochinilla de segunda.
- De 0,2 mm o malla mayor a N°18 para obtener cochinilla de tercera.

Las características que debe tener la cochinilla seca, según los requisitos planteados por INDECOPI, 1978 son las que se muestran en la tabla 30.

Tabla 30. Requisitos de calidad para la cochinilla

REQUISITOS	CALIDAD COCHINILLA (%)	
	PRIMERA	SEGUNDA
HUMEDAD (MAX.)	11	11
CENIZAS (MAX.)	5	12
ÁCIDO CARMÍNICO (MAX.)	20	15
IMPUREZAS (MAX.)	5	8

Fuente: INDECOPI

Elaboración Propia

En la tabla 30 se puede observar que INDECOPI divide la calidad de la cochinilla seca en “Primera” y “Segunda”; sin embargo, actualmente, en el mercado nacional e internacional se emplea el término “Premium” para aquella cochinilla seca que posee un porcentaje de ácido carmínico mayor a 20.

Asimismo, se han establecido Normas Técnicas Peruanas (NTP) para el control de calidad de la cochinilla y son las que se muestran a continuación:

- COCHINILLA. Método de ensayo para la determinación de impurezas. NTP-011.203,1988 (revisada el 2010)
- COCHINILLA. Método de ensayo para la determinación de cenizas. NTP-011.206,1988 (revisada el 2010)
- COCHINILLA. Método de ensayo para la determinación del contenido de humedad. NTP-011.207,1988 (revisada el 2010)
- COCHINILLA. Método de ensayo para la determinación del ácido carmínico. Método espectrofotométrico. NTP-011.208,1988 (revisada el 2010)
- COCHINILLA. Método de ensayo para la determinación del tamaño. NTP-011.225,1988 (revisada el 2010)

En la figura 5 se plantea un control de calidad después de la extracción y otro después de la precipitación. En dichos controles se debe medir los niveles de pH y porcentaje de ácido carmínico; parámetros importantes durante el proceso productivo.

Asimismo, se considera un control de calidad para el producto terminado. Este consiste en realizar pruebas de colorimetría y espectrofotometría. Los parámetros a medir y analizar son: el porcentaje de humedad, color y porcentaje de ácido carmínico. En el caso del color, se emplea el sistema LAB donde L representa la luminosidad del color y los valores están entre 0 (rendimiento negro) y 100 (rendimiento blanco); A representa la posición entre magenta (valores positivos) y verde (valores negativos); B representa la posición entre amarillo (valores positivos) y azul (valores negativos).

4.2.1.2. Pesado

Consiste en determinar la cantidad de materia prima que constituirá el lote de producción. Según el control de calidad inicial, la materia prima que ingresa al proceso productivo es de primera calidad. En esta operación se registran los pesos netos de

cada saco de materia prima que llega a la línea de producción; así como sus niveles de ácido carmínico.

4.2.1.3. Molienda

En la Molienda se reduce el tamaño de las partículas de la materia prima con el fin de optimizar el posterior proceso de extracción del principio colorante.

Parámetros:

- Malla de entrada N° 10 (2.00 mm), 12 (1.70 mm) o 14 (1.40 mm)
- Malla de salida N° 100 (0.150 mm)

4.2.1.4. Extracción

Se refiere a la operación que permite la obtención del ácido carmínico mediante la mezcla de cochinilla molida con agua blanda y reactivos químicos (carbonato de sodio, ácido sulfúrico y EDTA). Estos reactivos ayudan a formar complejos quelantes y estabilizar la solución; logrando así, una mayor independencia y facilidad de extracción de las moléculas de ácido carmínico. Asimismo, cabe indicar que para llevar a cabo una extracción homogénea, este proceso se debe dar en agitación intermitente.

Primero se agrega el agua blanda a un tanque, luego se agregan el carbonato de sodio, el ácido fosfórico y el EDTA, con lo cual se forma una primera mezcla. Posteriormente, se agrega la cochinilla molida para formar una segunda mezcla.

Parámetros:

- Primera mezcla: temperatura de 100 °C durante 15 minutos.
- Segunda mezcla: temperatura de 100 °C durante 30 minutos.

Cabe indicar que en la industria se realizan extracciones consecutivas para un mismo lote de producción; es decir, una misma cantidad de cochinilla molida pasa por más de una etapa de extracción, en cada una de las cuales se agregan los insumos químicos progresivamente. Sin embargo, en los 45 minutos están incluidas las re-extracciones.

4.2.1.5. Prensado

Inmediatamente después de la extracción, la solución acuosa deberá pasar por una etapa de prensado con el fin de obtener dos fases; una fase líquida rica en ácido

carmínico y una fase sólida con mayor cantidad de metales y residuos. La fase líquida será transportada a un tanque de reposo para que sea analizada y se realice el acomplejamiento o precipitación. Por otro lado, la fase sólida se quedará en las placas del filtro prensa y será eliminado.

Parámetros de operación:

- Temperatura de entrada: 80 °C
- Tiempo promedio de prensado: 15 minutos

4.2.1.6. Precipitación

La precipitación o acomplejamiento se refiere a la obtención de dos fases mediante la adición de compuestos químicos (cloruro de calcio, como agente secuestrante y sulfato de aluminio, como agente endurecedor). Para ello, se deberá agregar dichos químicos al tanque de reposo o sedimentación, el cual contiene la solución acuosa proveniente del prensado. Se mezclarán y agitarán intermitentemente los componentes mencionados. Posteriormente, se enfriará el contenido del tanque y se mantendrá la solución a la temperatura indicada en los parámetros.

Parámetros:

- Temperatura de precipitación: 100 °C
- Tiempo de precipitación: 30 minutos
- Tiempo de reposo: 1 hora
- Temperatura de reposo: 60 °C

Luego de este tiempo, se obtienen dos fases en el tanque; una fase gelatinosa (pasta de carmín) y una fase líquida con impurezas. El contenido del tanque continúa hacia el filtrado para separar las fases.

4.2.1.7. Filtrado

Para el filtrado se empleará un filtro prensa, pero a diferencia del primero empleado en la operación de prensado, en este caso el producto de interés es la fase sólida.

Parámetros:

- Temperatura de filtrado: 60 °C

- Tiempo de filtrado: 150 minutos

4.2.1.8. Secado

En el secado se coloca la pasta de carmín en bandejas y estas, a su vez, en un horno o secador de bandejas. La pasta colocada en las bandejas estará cubierta y se elevará la temperatura para disminuir la humedad del producto. Posteriormente, se dejará enfriar dentro del horno hasta que se logre una temperatura ambiente para proceder con la molienda final.

Parámetros de operación:

- Temperatura de operación 1: 80°C
- Tiempo de operación 1: 3 horas
- Temperatura de operación 2: 100°C
- Tiempo de operación 2: 3 horas
- Temperatura final (después de reposo): temperatura ambiente
- Tiempo para llegar a temperatura ambiente: 1 hora

4.2.1.9. Molienda

La segunda fase de molienda tiene el propósito de obtener un tamaño de partícula conforme a las especificaciones técnicas del producto terminado. Asimismo, se busca que las partículas sean uniformes.

Parámetros de operación:

- Malla de salida: N° 140 (0.105 mm)

4.2.1.10. Envasado y Etiquetado

El envasado consiste en colocar el carmín de cochinilla en bolsas de polietileno, las cuales tendrán un contenido neto de acuerdo a lo solicitado por el cliente. El contenido generalmente empleado en la industria es en bolsas de 5, 10 y 25 kilos.

Por otra parte, el etiquetado consiste en el proceso de mostrar todas las características del producto que son requeridas por la normativa de destino. Dichos atributos fueron mencionados en el capítulo 2.

4.2.2. Determinación del nivel de Producción

Según la base de datos de la Asociación de Exportadores (ADEX), la cantidad de Carmín de Cochinilla exportada por el Perú al mundo se encuentra en constante crecimiento, excepto una pequeña caída en el periodo 2008-2009 debido a la crisis mundial.

Como se puede mostrar en la Figura 6, en los años posteriores a la crisis mencionada, los niveles retomaron el crecimiento. Es importante indicar que la mayor aceleración en los años 2010 y 2011 se debió en gran parte a un alza considerable en los precios internacionales, lo que fomentó, en su momento, un incremento en las ventas.

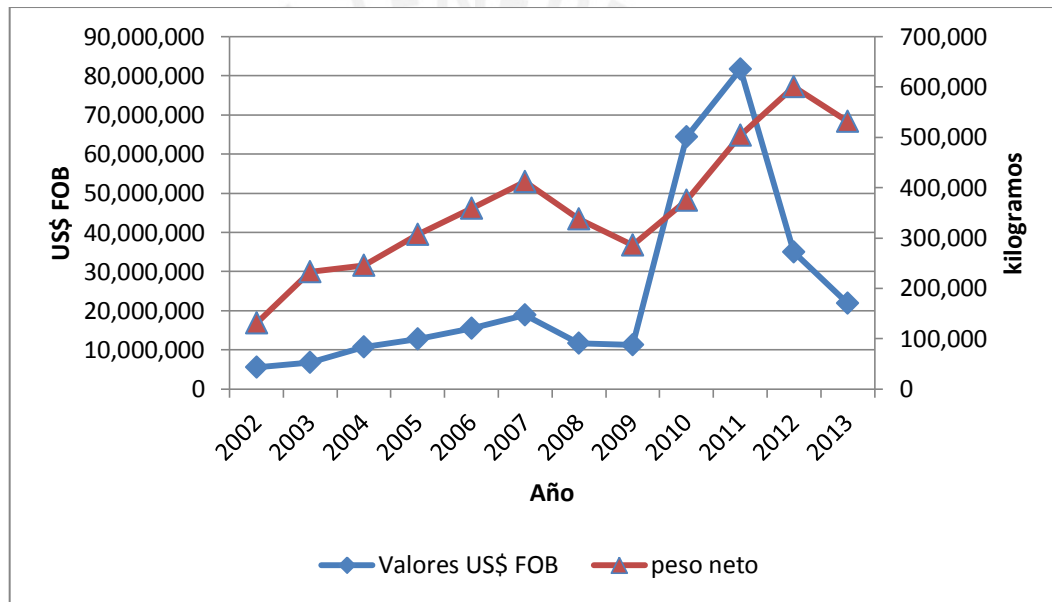


Figura 6. Nivel de exportaciones peruanas de carmín de cochinilla 2002-2013

Fuente: ADEX DATA TRADE

Elaboración Propia

De acuerdo a los valores de exportación se realizó una regresión lineal simple para estimar aproximadamente los valores exportados para el periodo de años 2014-2018. La ecuación obtenida fue $Y=33448X+142696$ y los valores se muestran en la Tabla 31.

Los datos presentados y el cálculo de la regresión simple permiten concluir que el mercado del carmín de la cochinilla se encuentra en crecimiento y existe un potencial por cubrir.

Tabla 31. Proyección de oferta de carmín exportada a Alemania 2014-2018

AÑO	PROYECCIÓN EXPORTACIÓN (Kg)
2014	577,520
2015	610,968
2016	644,416
2017	677,864
2018	711,312

Elaboración Propia

Para determinar el nivel de producción a considerar para los diseños de proceso y planta de la presente tesis se procedió a determinar la participación de las empresas con respecto al valor total exportado en el año 2013 (531,182 Kg). Esto se muestra en la tabla 32.

Tabla 32. Participación de empresas exportadoras de carmín para el año 2013

EMPRESAS EXPORTADORAS DE CARMÍN (PARTIDA 3203002100)	SUMA DE PESO BRUTO (Kg)	SUMA DE PESO NETO (Kg)
PRONEX S.A.	253,222	215,837
IMBAREX S.A.	131,240	112,227
AROMAS & COLORANTES DE LOS ANDES S.A.C.	88,031	75,924
MONTANA S A	64,754	56,964
CHR HANSEN S.A.	38,986	30,850
GLOBENATURAL INTERNACIONAL S.A.	22,201	20,036
BIOCON DEL PERU S.A.C.	18,863	16,395
QUIMTIA S.A.	1,147	1,143
ECO RESOURCE S.A.C.	777	652
CALLIZO AROMAS S.A.C.	657	600
INGREDIENTES NATURALES DE EXPORTACION E.I.R.L	342	325
AGROCONDOR S.R.L.	115	105
PROVIGEN S.A.C.	51	50
TAKEO EXPORTADORES E.I.R.L.	58	50
SAN-EI GEN F.F.I (PERU) S.A	27	25
TOTAL GENERAL	620,470	531,182

Elaboración Propia

(Fuente: ADEX)

Dentro de estas cantidades exportadas se consideran envíos por diferentes motivos; por ejemplo, mercadería para exposición en ferias o muestras para potenciales clientes; asimismo, se consideran los diferentes tipos de carmín (carmín en polvo, carmín líquido, extracto de cochinilla, etc.) Por ello, se procedió a limpiar la data con el fin de solo considerar las cantidades exportadas en aquellos tipos de carmín que sean iguales o similares a lo considerado en el presente trabajo de investigación. A partir de ello se obtuvieron los valores mostrados en la tabla 33.

Tabla 33. Peso Neto exportado por empresas para el año 2013 (Data depurada)

EMPRESAS EXPORTADORAS DE CARMÍN (PARTIDA 3203002100)	Suma de Peso Neto (Kg.)
PRONEX S.A.	130,658
IMBAREX S.A.	85,402
AROMAS & COLORANTES DE LOS ANDES S.A.C.	62,914
MONTANA S A	45,791
GLOBENATURAL INTERNACIONAL S.A.	19,836
BIOCON DEL PERU S.A.C.	4,075
QUIMTIA S.A.	1,143
ECO RESOURCE S.A.C.	652
CALLIZO AROMAS S.A.C.	600
INGREDIENTES NATURALES DE EXPORTACION E.I.R.L	325
AGROCONDOR S.R.L.	105
TAKEO EXPORTADORES E.I.R.L.	50
SAN-EI GEN F.F.I (PERU) S.A	25
TOTAL GENERAL	351,576

Elaboración Propia

(Fuente: ADEX)

En la tabla 33 se puede observar que existen empresas como Biocon del Perú S.A.C., Quimtia S.A., etc. las cuales representan valores muy pequeños con respecto al total exportado; por ello, no se considerarán para el dimensionamiento de la planta.

Caso contrario sucede con las cinco primeras empresas listadas en dicha tabla, las cuales representan la gran mayoría de las exportaciones. En base a la información mostrada, se considerarán las siguientes cantidades de carmín de cochinilla a producir para los cinco años que contempla el presente trabajo de investigación (ver tabla 34).

Tabla 34. Estimación de cantidad de kilogramos de carmín a producir 2014-2018

AÑO	CANTIDAD A PRODUCIR (Kg)
2014	45,000
2015	65,000
2016	65,000
2017	85,000
2018	85,000

Elaboración Propia

4.2.3. Balance de materia

A continuación se plantearán las entradas y salidas de cada operación del proceso productivo en términos de materia, con el fin de conocer y establecer la cantidad de cada insumo necesario, así como la cantidad de productos parciales y producto final obtenidos.

Para ello se considerará un tamaño de lote de 240 Kg; es decir, ingresarán al sistema 240 kg de cochinilla seca y limpia, lista para empezar el proceso productivo.

Asimismo, en los ANEXOS 8, 9, 10, 11, 12 se muestran las cantidades de entrada y salida en cada operación, de acuerdo a los niveles de producción estimados para los cinco años del proyecto.

4.2.3.1. Molienda

En este proceso se estima una merma de 1% por pérdidas de material dentro de los molinos. La merma del 1 % representa tanto en masa de cochinilla como de ácido carmínico; ya que consiste en un cambio físico y no químico. De esto, la cantidad de ácido carmínico presente en los 240 Kg de cochinilla iniciales es 52.80 Kg (22% de 240 Kg); mientras que al final de la molienda se tiene 52.27 Kg de ácido carmínico (ver figura 7).



Figura 7. Balance de materia – Molienda 1

Elaboración Propia

4.2.3.2. Extracción

La cantidad de cada insumo para la operación de extracción se detalla a continuación y el diagrama de entradas y salidas se muestra en la figura 8.

- Cochinilla seca (antes de molido): 240 kg
- Agua blanda: 6000 litros
- Carbonato de sodio: 28.60 kg
- Ácido fosfórico: 32 kg
- EDTA: 5 kg

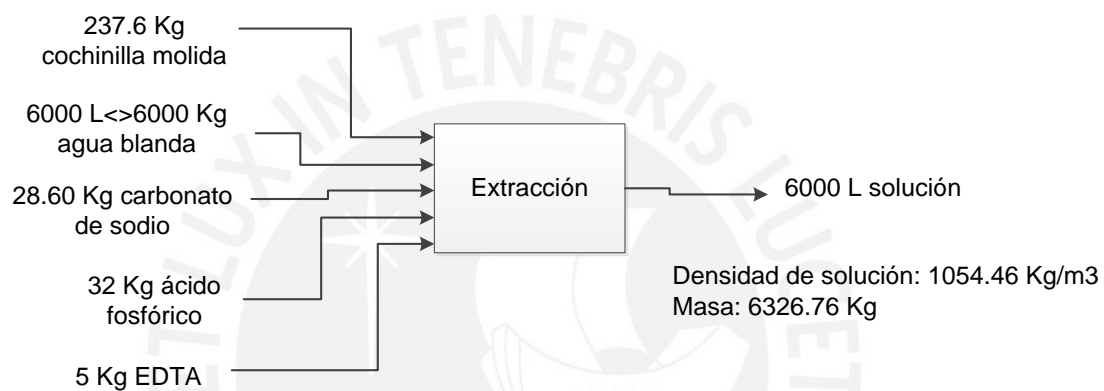


Figura 8. Balance de materia – Extracción

Elaboración Propia

La densidad de la solución varía durante la operación ya que al elevar la temperatura de una solución, la densidad disminuye. Sin embargo, como relación de solvente con respecto a los solutos es elevada, se considerarán valores de densidad y viscosidad cercanos al del agua, tanto para fines de balance de materia como para el diseño de los equipos.

Los valores de densidad y viscosidad son:

- 1100 Kg/m³ (a temperatura ambiente) hasta 1054.46 Kg/m³ (a 100°C)
- 1,1 cP (a temperatura ambiente) hasta 0.31 cP (a 100°C)

La cantidad de merma en esta operación es de 5.5% debido a que dicho porcentaje de ácido carmínico presente en la cochinilla del lote de producción no logra ser extraído. Esto es, al inicio de la extracción se tienen 52.27 Kg de ácido carmínico (dentro de la cochinilla) y al final se tienen 49.40 Kg extraídos en la solución y 2.87 Kg no extraídos.

Por otro lado, la cantidad de sólidos insolubles presentes en la solución es del orden del 3% en masa.

4.2.3.3. Prensado

Esta operación permite retener los sólidos en las placas filtrantes; se obtiene, aproximadamente, 97% de masa de la solución inicial como licor. El 3% restante se retira del proceso como residuo en forma de torta (masa retenida en placas del filtro).

Cabe indicar que durante el prensado se retiene una muy pequeña cantidad de ácido carmínico en la torta. El valor de la merma en esta operación es de 0.1%; es decir, al inicio del prensado se tienen 49.40 Kg disueltos en el extracto, mientras que al final se tienen 49.35 Kg disueltos en el licor (ver figura 9).

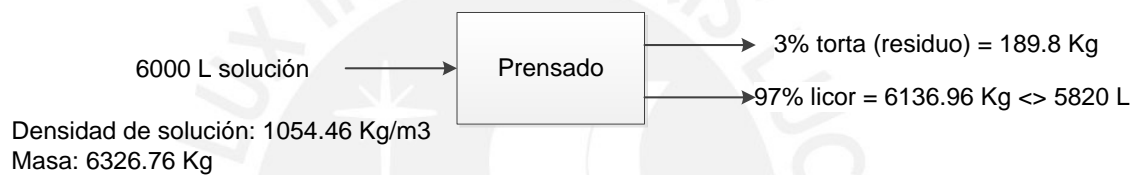


Figura 9. Balance de materia – Prensado

Elaboración Propia

4.2.3.4. Precipitación

La precipitación permite obtener dos fases; una sólida rica en ácido carmínico y otra líquida, la cual es eliminada del proceso en la siguiente operación de filtrado. La cantidad de pasta de carmín (sólidos) obtenida durante la precipitación es de, aproximadamente, 4.4% de la masa de la solución inicial del proceso.

La cantidad de cada insumo para la operación de precipitación de cada lote de producción se detalla a continuación y el diagrama de entradas y salidas se muestra en la figura 10.

- Cloruro de calcio: 18 Kg
- Sulfato de aluminio: 17 Kg

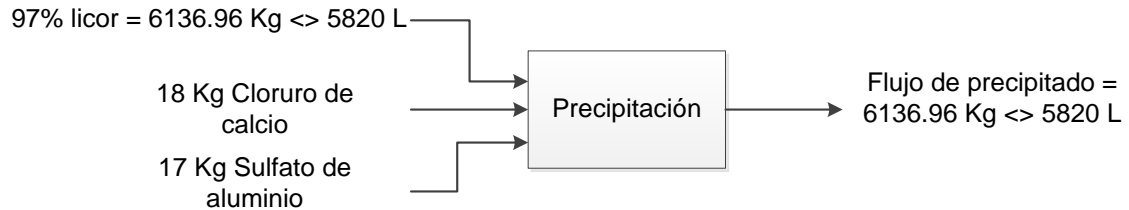


Figura 10. Balance de materia – Precipitación

Elaboración Propia

4.2.3.5. Filtrado

La separación de la pasta de carmín (fase sólida proveniente de la precipitación) de la fase líquida se evidencia en la operación de filtrado.

Como se mencionó en la operación anterior, el 4.4% de la masa representa la fase sólida y la diferencia, la fase líquida. En términos de merma, durante la operación se pierde 5% del ácido carmínico entrante; es decir, al inicio del filtrado se tienen 49.35 Kg de ácido carmínico y en la pasta de carmín solo se quedan 46.88 Kg. En la figura 11 se muestra el balance de materia.



Figura 11. Balance de materia – Filtrado

Elaboración Propia

4.2.3.6. Secado

El secado permite eliminar la humedad de la pasta de carmín y así, aumentar la concentración de ácido carmínico. La cantidad de carmín al final del secado es, aproximadamente, el 34.8% en masa de la cantidad de pasta que ingresa al proceso.

Cabe indicar que, por ser una transformación física (eliminación del agua), no existe una merma de ácido carmínico; sino, un aumento en la concentración (50% en la salida de la operación). El balance de materia para el lote de 240 Kg de cochinilla se muestra en la figura 12.



Figura 12. Balance de materia – Secado

Elaboración Propia

4.2.3.7. Molienda

Esta segunda operación de molienda tiene el objetivo de lograr partículas pequeñas y uniformes en el producto final. Para ello, se emplea un molino con malla de salida más pequeña.

En esta operación, al igual que en la primera molienda, se estima una merma de 1%, tanto en términos de masa total como de masa de ácido carmínico (ver figura 13).

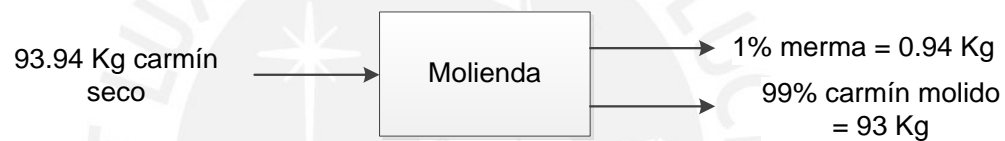


Figura 13. Balance de materia – Molienda 2

Elaboración Propia

En el balance del proceso total, se ingresaron 240 Kg de cochinilla seca limpia con 22% de ácido carmínico y se obtuvieron 93 Kg de carmín de cochinilla con 50% de ácido carmínico listos para su empaquetado y comercialización. De esto se concluye que el rendimiento del proceso en términos de cochinilla-carmín es 38.75%. Sin embargo, en términos de ácido carmínico, inicialmente ingresaron 52.80 Kg y se obtuvieron 46.41 Kg; resultando un rendimiento de 87.9%.

4.2.4. Programa de Producción

En función a los niveles de producción y balances de materias calculados en los puntos 4.2.2. y 4.2.3., respectivamente, se determinarán los siguientes programas de producción para los siguientes 5 años del proyecto.

La cantidad de producción anual, mensual, diaria y por hora de carmín; así como, la cantidad de cochinilla requerida, se muestran en la tabla 35.

Asimismo, se considerará que la planta de procesamiento operará aproximadamente 22 días al mes, con 8 horas diarias netas de producción (1 solo turno).

Tabla 35. Cálculo de requerimientos de producción anual, mensual diaria y por hora.

COCHINILLA	Año	Producción Anual (Kg)	Producción Mensual (Kg)	Producción Diaria (Kg)	Producción por hora (Kg)
	2014	116,129	9677	440	55
	2015	167,742	13978	635	79
	2016	167,742	13978	635	79
	2017	219,355	18280	831	104
	2018	219,355	18280	831	104
CARMÍN	Año	Producción Anual (Kg)	Producción Mensual (Kg)	Producción Diaria (Kg)	Producción por hora (Kg)
	2014	45,000	3750	170	21
	2015	65,000	5417	246	31
	2016	65,000	5417	246	31
	2017	85,000	7083	322	40
	2018	85,000	7083	322	40

Elaboración Propia

Cabe indicar que se está considerando procesar dos lotes de producción diarios. Las pastas de carmín obtenidas en ambos lotes serán almacenados para que el día siguiente se realicen las operaciones de secado y envasado.

Dentro de la línea de producción, las operaciones que serán trabajadas de forma continua son las moliendas y el envasado; en cambio, las operaciones de extracción, prensado, precipitación, filtrado y secado serán realizadas por batch. Los tiempos de las operaciones en batch se considerarán fijas: extracción, 45 minutos; prensado, 15 minutos; precipitación, 1 ½ horas; filtrado, 2 ½ horas y; secado, 7 horas.

En el ANEXO 13 se muestra el criterio optado para determinar el ciclo diario de producción. En la tabla 36 se muestra con una "X" las horas del día en las cuales se presencia trabajo de cada operación.

Tabla 36. Horas de trabajo por operación

Hora	Molienda 1	Extracción	Prensado	Precipitación	Filtrado	Secado	Molienda 2
1	X	X	X			X	X
2	X			X		X	X
3	X	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X	X
5	X			X	X	X	X
6	X				X	X	X
7	X				X	X	X
8	X				X		X

Elaboración Propia

El funcionamiento de la línea de producción para cada año del proyecto se muestra en los ANEXOS 14, 15, 16, 17 y 18.

4.2.5. Maquinaria requerida

A partir de las necesidades anuales de producción y de los tiempos de cada operación, se plantean las necesidades de maquinarias en cada uno de los años del proyecto.

En la tabla 37 se muestra la cantidad de máquinas principales requeridas durante el proyecto para el proceso productivo y luego se detallan los datos técnicos requeridos por cada máquina.

Tabla 37. Estimación de cantidad de máquinas requeridas 2014-2018

OPERACIÓN	MÁQUINA	CANTIDAD DE MÁQUINAS REQUERIDAS				
		2014	2015	2016	2017	2018
Pesado	Balanza	1	1	1	1	1
Molienda	Tamizador	1	1	1	1	1
Molienda	Molino	1	1	1	1	1
Extracción	Tanque de extracción	2	2	2	2	2
Prensado	Filtro Prensa	1	1	1	1	1
Precipitación*	Tanque de precipitación	3	3	3	3	3
Filtrado	Filtro Prensa	1	1	1	1	1
Secado	Secador	1	1	1	1	1
Molienda	Molino	1	1	1	1	1
Envasado y Etiquetado	Envasadora	1	1	1	1	1

Elaboración Propia

* En el caso de la precipitación, se considerará un tercer tanque de repuesto, el cual puede ser utilizado en dicha operación o en la extracción.

4.2.5.1. Molino de martillo

Se encargará de reducir el tamaño de las partículas que ingresan al proceso; es decir, el tamaño de la cochinilla seca. En la tabla 38 se muestran los datos técnicos mínimos a considerar para una cotización de equipos.

Tabla 38. Datos técnicos de Molino de martillo

Nombre de materia prima: cochinilla seca
Capacidad: 80-120 Kg por hora
Tamaño de partícula a la entrada: 1.41 mm
Tamaño de partícula a la salida: 0.149 mm
Uso de producto final: insumo para industria de alimentos
Otros: Cámara de extracción de polvos

Elaboración Propia

4.2.5.2. Tanque de extracción

Serán dos tanques de extracción, uno para realizar propiamente la extracción y otro para acumular los líquidos provenientes de las extracciones anteriores; ya que se considerarán tres extracciones consecutivas para un mismo lote de cochinilla seca. Ambos tanques serán enchaquetados con un agitador. En la tabla 39 se muestran los datos técnicos mínimos a considerar para una cotización de equipos.

Tabla 39. Datos técnicos de Tanque de Extracción

Volumen de trabajo mínimo: 10.4 m ³
Volumen de trabajo máximo: 11.4 m ³
Cantidad de sólidos: 3-5 %
Densidad de solución: 1100 Kg/m ³ (a temperatura ambiente) hasta 1054.46 Kg/m ³ (a 100°C)
Viscosidad de solución: 1.1 cP (a temperatura ambiente) hasta 0.31 cP (a 100°C)
Temperatura de operación: 85-100 °C
Material del equipo: acero inoxidable, calidad sanitaria

Otros: tanque enchaquetado, con agitador,
con sello mecánico

Elaboración Propia

4.2.5.3. Filtro Prensa

Se emplearán dos filtros prensa, uno para retener partículas provenientes de la extracción y otro para retener la pasta de carmín, subproducto proveniente de la precipitación. En la tabla 40 se muestran los datos técnicos mínimos a considerar para una cotización de equipos. En dicha tabla se considera el primer filtro; sin embargo, para el filtro de pasta de carmín los datos son similares; exceptuando el hecho de que el producto de interés es la fase sólida y el pH está alrededor de 6.

Tabla 40. Datos técnicos del Filtro prensa

Sector de la empresa: Químico
 Materia a filtrar: extracto de cochinilla
 Área donde la planta de filtración será aplicada: proceso
 Ubicación de la planta: Lima
 Instalación: edificio techado
 El producto de interés: fase líquida (filtrado)
 pH: 8 – 10
 Temperatura de filtración: 90 °C
 Cantidad a filtrar: 10.4 m³/lote
 Sistema de filtración: por batch
 Torta (fase sólida): deshidratación máxima
 Nivel automatismo requerido: con deslizamiento de placas vigilado por operador

Elaboración Propia

4.2.5.4. Tanque de precipitación

Serán tres tanques de precipitación que se emplearán; dos serán empleados diariamente en el proceso y el tercero se mantendrá en reserva por alguna falla en los dos anteriores. Todos serán enchaquetados con un agitador. En la tabla 41 se muestran los datos técnicos mínimos a considerar para una cotización de equipos.

Tabla 41. Datos técnicos del Tanque de precipitación

Volumen de trabajo mínimo: 5.1 m ³
Volumen de trabajo máximo: 5.6 m ³
Densidad de solución: 1100 Kg/m ³ (a temperatura ambiente) hasta 1054.46 Kg/m ³ (a 100°C)
Viscosidad de solución: 1.1 cP (a temperatura ambiente) hasta 0.31 cP (a 100°C)
Temperatura de operación: 80-100 °C
Material del equipo: acero inoxidable, calidad sanitaria
Otros: tanque enchaquetado, con agitador, con sello mecánico

Elaboración Propia

4.2.5.5. Secador Industrial

Se requerirá de un secador de bandejas u horno para reducir la humedad presente en la pasta de carmín y así obtener el carmín seco. En la tabla 42 se muestran los datos técnicos mínimos a considerar para una cotización de equipos.

Tabla 42. Datos técnicos del Secador Industrial

Capacidad: 600 – 980 Kg
Materia a secar: carmín de cochinilla en polvo
Temperatura de operación: 80-100 °C

Elaboración Propia

4.2.5.6. Molino de Bolas

Se encargará de reducir el tamaño de las partículas del carmín y poder comercializarlo en forma de polvo. En la tabla 43 se muestran los datos técnicos mínimos a considerar para una cotización de equipos.

Tabla 43. Datos técnicos del Molino de bolas

Nombre de materia prima: carmín de cochinilla en polvo
Capacidad: 25-40 Kg por hora
Tamaño de partícula a la entrada: 0.124 mm
Tamaño de partícula a la salida: 0.104 mm

Uso de producto final: insumo para industria de alimentos
Otros: Cámara de extracción de polvos

Elaboración Propia

4.2.5.7. Envasadora

Contempla la máquina que colocará el carmín en polvo en bolsas de polietileno de acuerdo a los requisitos de exportación, así como la etiqueta correspondiente. En la tabla 44 se muestran los datos técnicos mínimos a considerar para una cotización de equipos.

Tabla 44. Datos técnicos de la Envasadora

Material: Acero inoxidable, calidad sanitaria
Capacidad de 25 - 40 Kg/h

Elaboración Propia

En base a los datos técnicos requeridos para la maquinaria, se procedió a solicitar cotizaciones a diferentes proveedores. En los ANEXOS 19, 20 y 21 se muestran las especificaciones técnicas y los costos referenciales para los equipos principales del proceso de producción.

4.2.6. Distribución de planta

La distribución de planta propuesta deberá ser tal que garantice una óptima utilización de los recursos mediante el empleo de los principios básicos del desarrollo de diseños de plantas productivas tales como mínimo recorrido, óptimo flujo, satisfacción y seguridad. El empleo de herramientas para el desarrollo de la distribución de la planta constituirá una ventaja competitiva inicial de la empresa.

A continuación se describen cada uno de los principios mencionados anteriormente y que deben ser tomados en cuenta en el proyecto.

- Mínimo recorrido: se refiere a la mínima distancia que los recursos deben recorrer. En el caso de la materia prima, se debe procurar que realicen el menor traslado posible hasta que lleguen a su estado final.

- Óptimo flujo: se refiere a la correcta secuencia de operaciones. Al ser un proceso consecutivo (en línea) se debe organizar la maquinaria de acuerdo al flujo de las operaciones.
- Satisfacción y seguridad: hoy en día, las regulaciones de seguridad en el trabajo son más estrictas y las empresas deben adoptar medidas para disminuir o eliminar sus riesgos de seguridad. Por ello, el empleo del principio de satisfacción y seguridad debe ser empleado en el diseño de la planta y permitir así, asegurar la salud de las personas que se encuentren en la planta de producción (clientes, operarios, gerentes, etc.)

Debido a que solo se producirá un producto y el proceso productivo es continuo, la distribución de la planta debe ser enfocada como una línea de producción. Por ello, no es necesario realizar un estudio de Planeamiento Sistemático de la Distribución (PSD).

A continuación se realizará el análisis y determinación de los espacios del área de producción según el método de Guerchett. Este estudio permitirá determinar el espacio ocupado por cada máquina mediante los siguientes conceptos.

- Superficie Estática (SS): es el área fijo que ocupa la máquina se encuentre o no en funcionamiento y se calcula multiplicando el largo por el ancho de la misma.
- Superficie Gravitacional (SG): es el área requerida una vez que la máquina se encuentra en funcionamiento y se calcula multiplicando la cantidad de lados útiles de la máquina por la Superficie Estática (SS).
- Superficie Evolutiva (SE): indica la parte del área requerida para el movimiento de elementos adicionales, de operarios y pasillos. Se calcula multiplicando el factor de superficie evolutiva (k) por la sumatoria de las otras dos superficies (SS y SG).

Los cálculos realizados para la obtención de los espacios requeridos en la zona de producción consideran las cantidades de máquinas máximas durante el desarrollo del proyecto; es decir, la cantidad de máquinas en el quinto año; con el fin de considerar las expansiones futuras. En la tabla 45 se muestra el cálculo del método Guerchett para las zonas 1 y 2; mientras que en la tabla 46, se muestra para las zonas 3 y 4.

Tabla 45. Método Guerchett – Zonas 1 y 2

ZONAS	L	A	H	Área(SS)	Cantidad	AT	ATxH	N	SG	SS+SG	K	K(SS+SG)	ST por estación	ST total
ZONA 1	Dimensiones(m)		Σhf	2.35	Σhm	1.27	k	0.27						
Elementos Fijos														
Balanza (Materia Prima)	0.50	0.50	1.10	0.25	1	0.25	0.28	1	0.25	0.50	0.27	0.13	0.63	0.63
Tamizado	2.00	1.50	1.50	3.00	1	3.00	4.50	1	3.00	6.00	0.27	1.62	7.62	7.62
Molino de martillo	1.80	1.60	1.20	2.88	1	2.88	3.46	2	5.76	8.64	0.27	2.33	10.97	10.97
Tanque de extracción	1.80	1.80	6.00	3.24	2	6.48	38.88	2	6.48	9.72	0.27	2.62	12.34	24.68
Filtro Prensa de tierra	7.50	2.50	1.50	18.75	1	18.75	28.13	2	37.50	56.25	0.27	15.15	71.40	71.40
Mesa de Trabajo	1.20	0.80	0.80	0.96	1	0.96	0.77	2	1.92	2.88	0.27	0.78	3.66	3.66
					Total:	32.32	76.00						106.61	118.95
Elementos Móviles														
Carro transportador	1.00	1.00	0.50	1.00	1	1.00	0.50	4	4.00	5.00				
Operarios	-	-	1.65	0.50	4	2.00	3.30	-	-	-				
					Total:	3.00	3.80							
ZONA 2	Dimensiones(m)		Σhf	3.06	Σhm	1.65	k	0.27						
Elementos Fijos														
Tanque de precipitación 1	2.05	2.05	6.00	4.20	1	4.20	25.22	2	8.41	12.61	0.27	3.40	16.01	16.01
Tanque de precipitación 2	1.80	1.80	6.00	3.24	2	6.48	38.88	2	6.48	9.72	0.27	2.62	12.34	24.68
Filtro Prensa de pasta	7.50	2.50	1.50	18.75	1	18.75	28.13	1	18.75	37.50	0.27	10.11	47.61	47.61
Mesa de Trabajo	1.20	0.80	0.80	0.96	1	0.96	0.77	2	1.92	2.88	0.27	0.78	3.66	3.66
					Total:	30.39	92.99						79.62	91.96
Elementos Móviles														
Operarios	-	-	1.65	0.50	3	1.50	2.48	-	-	-				
					Total:	1.50	2.48							

Elaboración Propia

Tabla 46. Método Guerchett – Zonas 3 y 4

ZONAS	L	A	H	Área(SS)	Cantidad	AT	ATxH	N	SG	SS+SG	K	K(SS+SG)	ST por estación	ST total
ZONA 3	Dimensiones(m)		Σhf	1.34	Σhm	1.19	k	0.44						
Elementos Fijos														
Secador de bandejas	3.20	2.26	2.00	7.23	1	7.23	14.46	2	14.46	21.70	0.44	9.62	31.32	31.32
Molino de bolas	2.00	1.50	1.55	3.00	1	3.00	4.65	2	6.00	9.00	0.44	3.99	12.99	12.99
Envasadora	3	2.5	1.5	7.50	1	7.50	11.25	1	7.50	15.00	0.44	6.65	21.65	21.65
Paletas en área de pesado	1.50	1.20	0.50	1.80	4	7.20	3.60	1	1.80	3.60	0.44	1.60	5.20	20.79
Mesa de Trabajo	1.20	0.80	0.80	0.96	1	0.96	0.77	2	1.92	2.88	0.44	1.28	4.16	4.16
					Total:	25.89	34.73						75.32	90.91
Elementos Móviles														
Carro transportador	1.00	1.00	0.50	1.00	1	1.00	0.50	4	4.00	5.00				
Operarios	-	-	1.65	0.50	3	1.50	2.48	-	-	-				
					Total:	2.50	2.98							
ZONA 4	Dimensiones(m)		Σhf	2.14	Σhm	1.65	k	0.39						
Elementos Fijos														
Tanque de agua para proceso	2.60	2.60	2.80	6.76	2	13.52	37.86	1	6.76	13.52	0.39	5.22	18.74	37.47
Sistema de ablandamiento	4.00	3.00	1.50	12.00	1	12.00	18.00	1	12.00	24.00	0.39	9.26	33.26	33.26
Mesa de Trabajo	1.20	0.80	0.80	0.96	1	0.96	0.77	2	1.92	2.88	0.39	1.11	3.99	3.99
					Total:	26.48	56.62						55.99	74.72
Elementos Móviles														
Operarios	-	-	1.65	0.50	2	1.00	1.65	-	-	-				
					Total:	1.00	1.65							

Elaboración Propia

De las tablas 45 y 46 se concluye que la cantidad de espacio requerido para las zonas 1, 2, 3 y 4 es de 376.54 m².

Para el cálculo de requerimiento de espacio de los almacenes se consideraron torres pequeñas de 3 camas, con 5 bolsas cada una (cada bolsa de materia prima y producto terminado tiene un peso de 25 Kg). Además, se consideró un stock para un mes, tanto en materia prima como en producto terminado. Asimismo, se consideró que el metraje de cada torre es de 1.2 m² (parihuelas de 1.2 x 1.0 m) y se adicionó un 50% para tránsito dentro de los almacenes. Por otro lado, las áreas de laboratorio, oficinas y comedor han sido estimadas independientemente del cálculo realizado para las áreas de producción; esto, basado en la visita realizada a una empresa del sector. El resumen de la cantidad de espacio requerida de cada área se muestra en la tabla 47.

Tabla 47. Requerimiento de espacios en la planta (m²)

Área		Metros Cuadrados
Almacén de Materia Prima	Almacén de Materia Prima	126.00
Áreas de Producción	Zona 1	118.95
	Zona 2	91.96
	Zona 3	90.91
Almacén de Producto Terminado	Almacén de Productos Terminados	34.20
Utilitarios (Zona 4)	Ablandamiento de agua	74.72
Oficina de Supervisor Producción	Oficina Supervisor Producción	12.00
Mantenimiento	Mantenimiento y depósito de herramientas	35.00
Laboratorio	Laboratorio	28.00
	Subtotal	611.74
Áreas Administrativas	Oficinas Administrativas	70.00
	Subtotal	70.00
Áreas Comunes	SSHH Administrativos	20.00
	SSHH Planta	35.00
	Vigilancia	12.50
	Zona de comedor	30.00
	Zona de carga y descarga	200.00
	Subtotal	297.50
Total Área Mínima Requerida		979.24

Elaboración Propia

De esto se concluye que el terreno donde se desarrollará el proyecto de implementación de la planta de producción deberá contar por lo menos con 979.24 m^2 .

Tal como se mencionó en el estudio de Micro Localización, se contará con un terreno de 1000 m^2 . En la figura 14 se muestra el plano de distribución, en el cual se describe mediante letras, cada área o zona de la planta. Cabe indicar que en la leyenda se muestran las dimensiones específicas en largo x ancho.

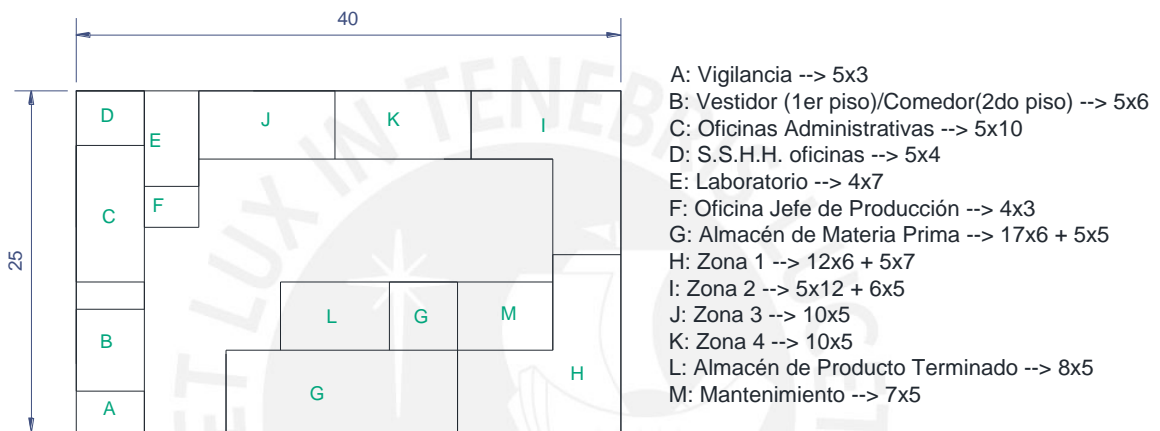


Figura 14. Plano de Distribución de planta

Elaboración Propia

En las figuras 15 y 16 se muestran las vistas isométricas del segundo y primer nivel, respectivamente. Dichas figuras se extrajeron del modelo 3D de la planta de producción (modelo realizado con el software SketchUp). En el ANEXO 22 se muestran otras vistas.

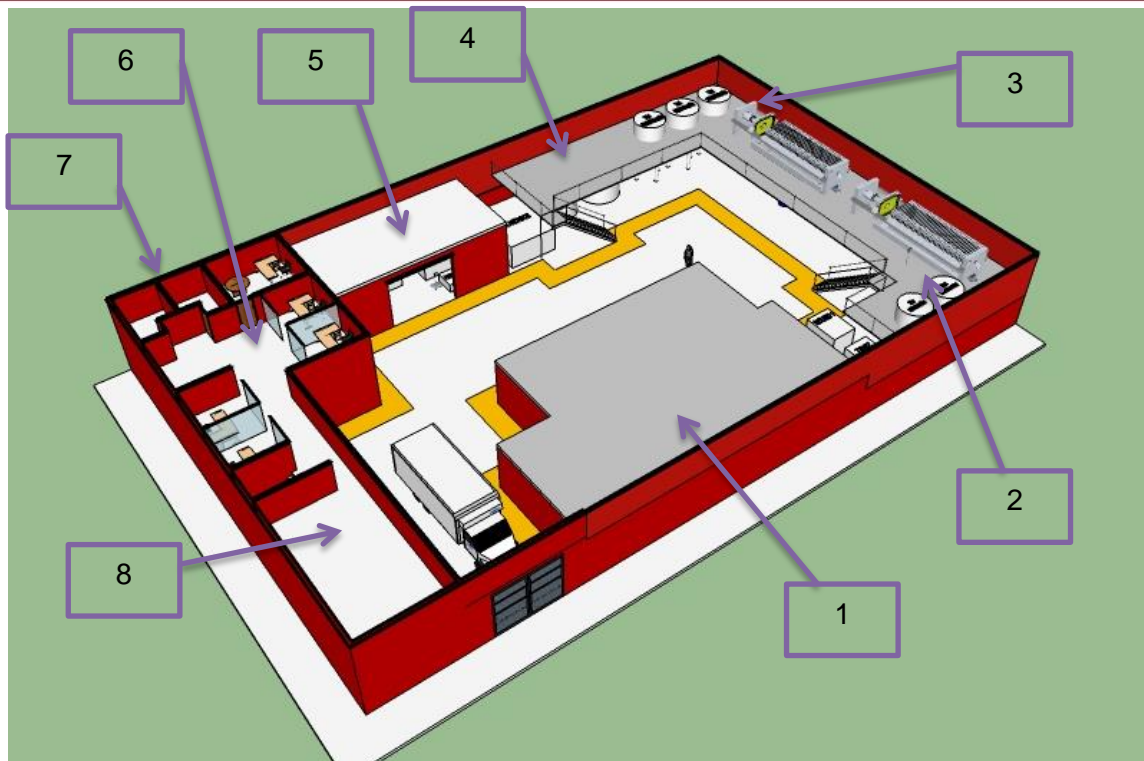


Figura 15. Vista isométrico – 2do nivel

Elaboración Propia

En la figura 15 se pueden observar las siguientes áreas:

- Punto 1: techos de Almacén de Materia Prima y Almacén de Producto Terminado.
- Punto 2: zona 1 de producción, donde se destaca que los tanques de extracción llegan hasta el segundo nivel; ya que por la parte superior se agregan la materia prima e insumos. Asimismo, se observa que el filtro prensa de tierra trabaja en el segundo nivel; esto es, debido a que la torta de la operación cae hacia barriles ubicados en el primer nivel.
- Punto 3: zona 2 de producción, donde también se observa que el filtro prensa de pasta se ubica en el segundo nivel, por temas similares al primer filtro.
- Punto 4: zona 4 (ver tabla 46), donde se observa que los tanques de agua para proceso se ubican en el primer nivel.
- Punto 5: zona 3 de producción, donde se destaca la importancia de separar físicamente esta área con respecto al resto de la línea de producción. La razón es a partir del secado, ya se considera una etapa de producción “limpia”.

- Punto 6: oficinas administrativas (gerentes)
- Punto 7: Servicios higiénicos para gerentes y visita en el 2do nivel.
- Punto 8: comedor para todo el personal.

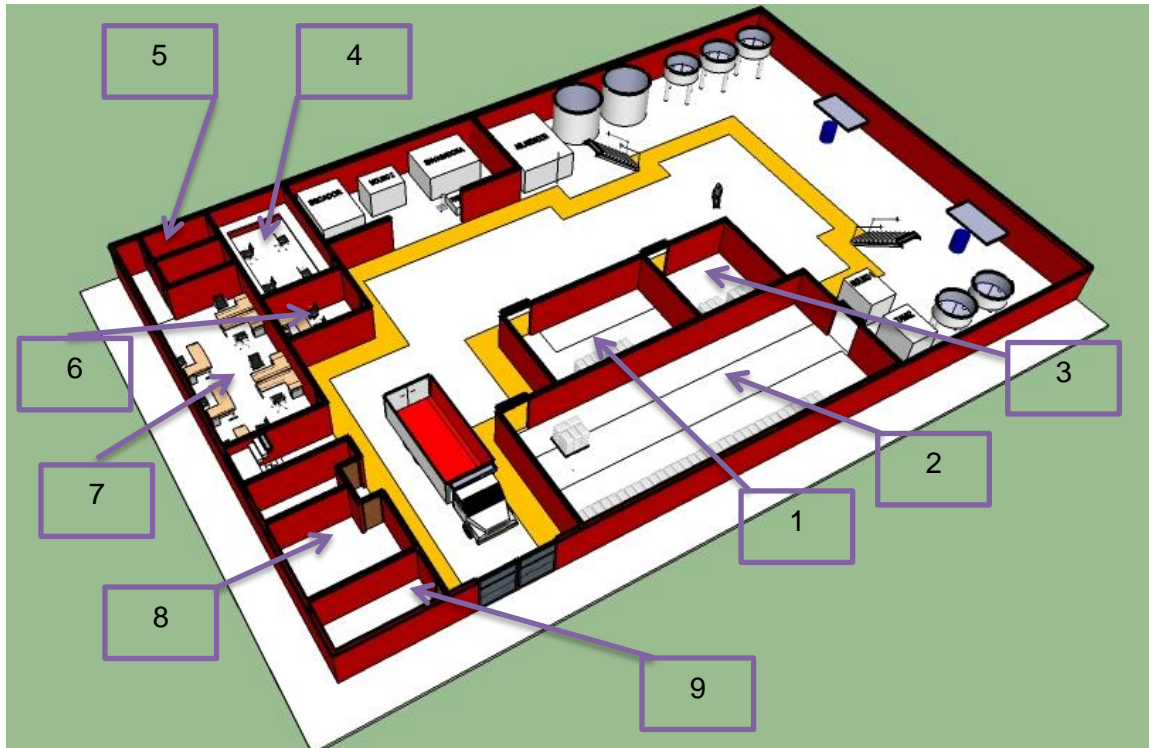


Figura 16. Vista isométrico – 1er nivel

Elaboración Propia

En la figura 16 se pueden observar las siguientes áreas:

- Punto 1: interior de Almacén de Producto Terminado.
- Punto 2: interior de Almacén de Materia Prima (general).
- Punto 3: interior de Almacén de Materia Prima (insumos químicamente volátiles).
- Punto 4: interior de laboratorio.
- Punto 5: servicios higiénicos para personal administrativo que labora en el primer nivel
- Punto 6: interior de la oficina del Jefe de Producción
- Punto 7: interior de oficina para personal administrativo – primer nivel.
- Punto 8: servicios higiénicos para personal de planta.
- Punto 9: interior de cuarto de vigilancia.

4.3. Estudio de la Organización

4.3.1. Funciones y carga de trabajo

La organización de la empresa estará compuesta de la siguiente manera.

4.3.1.1. Directorio

Estará conformado por los socios dueños de la empresa, quienes desean desarrollar el presente proyecto. Estos aportarán el capital necesario para la compra de maquinaria, equipos, gastos de inversión en compra de terreno, edificación de instalaciones y capital para la adquisición de recursos materiales y reclutamiento de personal.

4.3.1.2. Gerencia General

Una Gerencia General que representa formalmente a la empresa ante los Stakeholders. La persona encargada de la gerencia general podrá ser, inicialmente, uno de los socios; ya que, velaría por los intereses de expansión de la empresa y conocería del manejo de clientes, aspecto importante durante los primeros años de desarrollo del proyecto. Asimismo, se deberá contar con una secretaria de gerencia, quien ayude a administrar la información y apoyar en trámites en los que el gerente general no pueda estar presente.

4.3.1.3. Gerencias Funcionales

Se contará con tres gerencias funcionales; una Gerencia de Marketing y Ventas, una Gerencia de Operaciones y una Gerencia Administrativa.

La primera estará representada por un gerente de área, quien se encargará de administrar sus recursos para la investigación de productos, análisis de mercados, búsqueda de nuevos lazos comerciales y gestión de la cartera de clientes actual.

La segunda estará representada por otro gerente de área, quien será responsable de la correcta ejecución de los procesos dentro de la cadena de suministros; es decir, administrará los recursos para llevar a cabo los procesos de logística de entrada, producción, mantenimiento, aseguramiento de la calidad y logística de salida.

Un tercer gerente de área se encargará de velar por los intereses financieros y económicos de la empresa; asimismo, será el responsable de que el clima laboral y la cultura organizacional estén acordes con la visión, misión y políticas de la empresa.

4.3.1.4. Jefaturas

Dentro de la Gerencia de Marketing y Ventas no se contará con un puesto de Jefatura; ya que, el gerente gestionará directamente al asistente de ventas, al analista de investigación y desarrollo y, al asistente de exportación.

Por otro lado, la Gerencia de Operaciones tendrá a su cargo dos jefaturas: Jefe de Control de Calidad y Jefe de Producción. El Jefe de Control de Calidad se encargará del aseguramiento de la calidad de la materia prima, productos en proceso y de los productos terminados.

El Jefe de Producción será el responsable de gestionar los recursos necesarios para la obtención de los productos terminados, según las cuotas previstas por el departamento de ventas; asimismo, deberá asegurarse del óptimo estado de la maquinaria y recursos materiales para que el flujo de operación sea constante.

Dentro de la Gerencia Administrativa no se contará con puestos de Jefatura; ya que, el gerente gestionará directamente al Asistente de Finanzas y al Asistente de Recursos Humanos.

4.3.1.5. Analistas, asistentes y operarios

Se contará con un asistente de ventas a partir del segundo año por el incremento esperado en el nivel de producción. Asimismo, se contará con un analista de investigación y desarrollo para la búsqueda de nuevos productos. Además, se contará con un analista de exportación, quien estará a cargo de los trámites aduaneros y determinará los requerimientos del producto para su ingreso a los diferentes mercados de destino. Tanto el analista de investigación y desarrollo como el analista de exportación serán requeridos desde el inicio del proyecto.

El jefe de control de calidad requerirá del apoyo de un asistente, durante el cuarto y quinto año; debido al incremento en el nivel de producción. Por otro lado, el Jefe de Producción tendrá a su cargo operarios (ocho durante el primer año; nueve durante el segundo y tercer año; doce durante el cuarto y quinto año).

Además, el Gerente de Operaciones gestionará directamente al Asistente de Mantenimiento, quien, desde el inicio del proyecto, será el encargado de velar por la continuidad y confiabilidad de la maquinaria.

La Gerencia Administrativa contará con un Asistente de Finanzas y un Asistente de Recursos Humanos, ambos contratados a partir del segundo año del proyecto. El primero apoyará en las funciones financieras y contables mientras que el segundo realizará labores para el bienestar del personal y efectuará los pagos de planilla.

En la figura 17 se muestra la estructura organizacional planteada para la empresa del presente proyecto.

4.3.2. Personal requerido

En la tabla 48 se muestra la cantidad de personal total requerido durante los cinco años.

Tabla 48. Cantidad de personal total requerido para los años 2014-2018

Puesto	Año				
	2014	2015	2016	2017	2018
Gerencia General	1	1	1	1	1
Secretaría General	1	1	1	1	1
Gerencia de Marketing y Ventas	1	1	1	1	1
Gerencia de Operaciones	1	1	1	1	1
Gerencia Administrativa	1	1	1	1	1
Jefatura de Control de Calidad	1	1	1	1	1
Jefatura de Producción	1	1	1	1	1
Asistente de Ventas	0	1	1	1	1
Analista de Investigación y Desarrollo	1	1	1	1	1
Analista de Exportación	1	1	1	1	1
Asistente de Control de Calidad	0	0	0	1	1
Operarios de Producción	8	9	9	12	12
Asistente de Mantenimiento	1	1	1	1	1
Asistente de Finanzas	0	1	1	1	1
Asistente de Recursos Humanos	0	1	1	1	1
Total	17	22	22	26	26

Elaboración Propia

La cantidad de operarios de producción a requerir se sustenta según lo mostrado en la tabla 49.

Tabla 49. Requerimiento de operarios de producción

Zona 1	Año				
	2014	2015	2016	2017	2018
Balanza	P1	P1	P1	P1	P1
Molino 1	P1	P1	P1	P1	P1
Tanque de Extracción 1	P2	P2	P2	P2	P2
Tanque de Extracción 2	P2	P2	P2	P2	P2
Tamiz	P2	P3	P3	P3	P3
Filtro prensa de tierra	P1	P3	P3	P4	P4
Total Zona 1	2	3	3	4	4
Zona 2	2014	2015	2016	2017	2018
Tanque de precipitación 1	P1	P1	P1	P1	P1
Tanque de precipitación 2	P1	P1	P1	P2	P2
Tanque de precipitación 3	P2	P2	P2	P2	P2
Filtro prensa de pasta	P2	P2	P2	P3	P3
Total Zona 2	2	2	2	3	3
Zona 3	2014	2015	2016	2017	2018
Secador de bandejas	P1	P1	P1	P1	P1
Molino 2	P1	P1	P1	P2	P2
Envasadora	P2	P2	P2	P3	P3
Total Zona 3	2	2	2	3	3
Zona 4	2014	2015	2016	2017	2018
Tanque de agua 1	P1	P1	P1	P1	P1
Tanque de agua 2	P1	P1	P1	P1	P1
Ablandador de agua	P2	P2	P2	P2	P2
Total Zona 4	2	2	2	2	2
Total Zona 1 + Zona 2 + Zona 3 + Zona 4	8	9	9	12	12

Elaboración Propia

En la tabla 49 se muestra la cantidad de operarios considerados por cada zona de trabajo; así como por cada máquina. El símbolo P_i significa persona "i" de la zona de trabajo correspondiente.

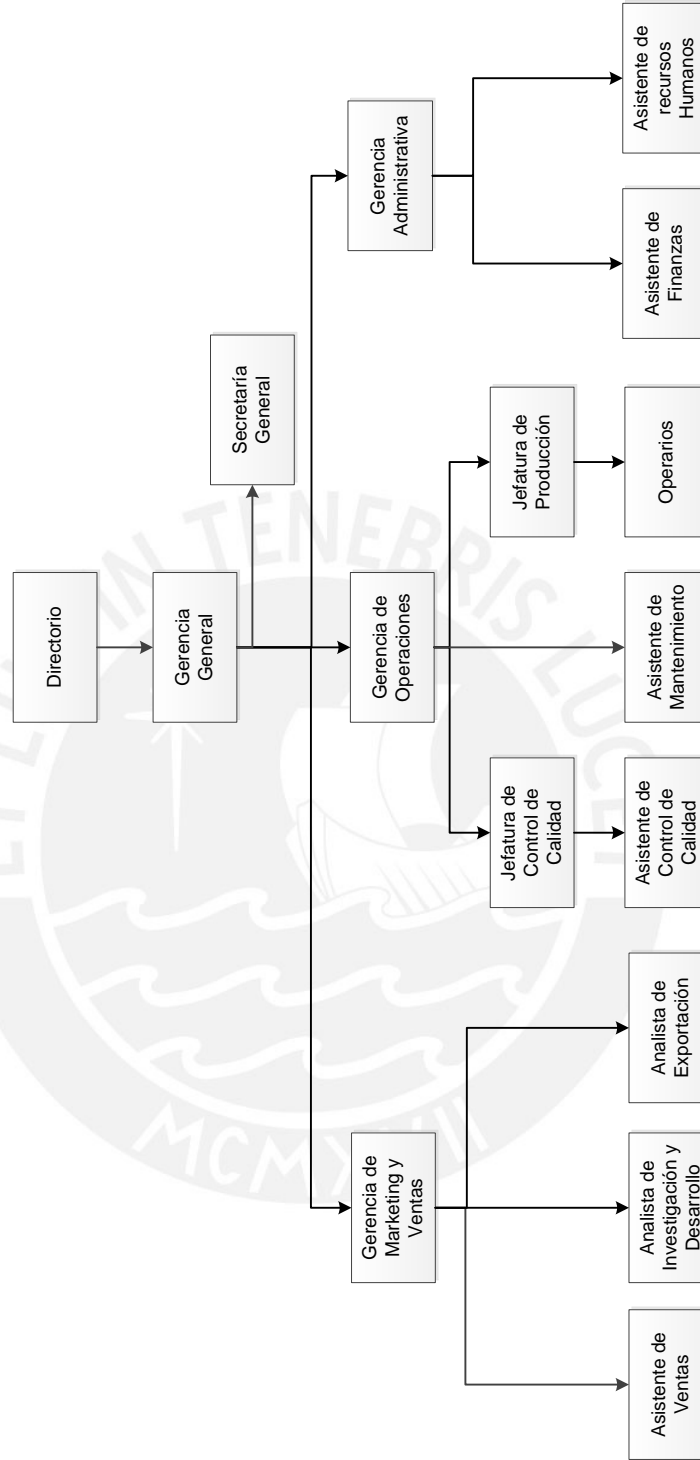


Figura 17. Estructura Organizacional

Elaboración Propia

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA - FINANCIERA

En el presente capítulo se determinará la viabilidad económica y financiera del proyecto. Para ello, se definirán los niveles de inversión en activos y capital de trabajo, resultando un presupuesto de egresos. Asimismo, se definirá el presupuesto de ingresos, la estructura de financiamiento y se realizarán las proyecciones del estado de ganancias y pérdidas y del balance general. Finalmente, se determinarán los flujos de caja y se presentará la evaluación económica financiera.

5.1. Estudio de Inversiones

En el presente acápite se mostrarán los niveles de inversión requeridos en activos fijos, activos intangibles y capital de trabajo para implementar el presente proyecto.

5.1.1. Inversiones en Activos Fijos

En la tabla 50 se presentan los conceptos y montos invertidos en activos fijos para el presente proyecto.

El costo de la infraestructura se calculó en función de los metros cuadrados construidos y la tarifa “S./m² construido” publicado en la revista Costos Perú, edición 240. Dicha tarifa no incluye gastos generales ni utilidades; para tales efectos se consideraron valores de 20% y 10 %, respectivamente.

Además, en la tabla 51 se presenta la depreciación anual de cada uno de estos activos fijos.

En el ANEXO 23 se muestran los detalles del presupuesto de inversión de activos tangibles.

Tabla 50. Inversión en Activos Tangibles

Activo Tangible		2014	2015	2016	2017	2018
Inversión y Reinversión de Activos Tangibles						
Concepto	Año 0	2014	2015	2016	2017	2018
Terreno	S/. 308,000.00					
Infraestructura del local	S/. 835,071.48					
Instalaciones servicios básicos	S/. 10,000.00					
Equipos de Proceso	S/. 1,859,340.30					
Equipos de Laboratorio	S/. 46,100.00					
Mobiliario	S/. 24,440.00		S/. 3,500.00		S/. 360.00	S/.
Equipos de Oficina	S/. 13,400.00		8,000.00		S/. 3,200.00	-
Equipos de Seguridad	S/. 915.00		S/. 915.00	S/. 915.00	S/. 915.00	S/. 915.00
Total PEN	S/. 3,097,266.8	S/.	S/. 12,415.0	S/. 915.0	S/. 4,475.0	S/. 915.0
Activos sin IGV	S/. 2,624,802.4	S/.	S/. 10,521.2	S/. 775.4	S/. 3,792.4	S/. 775.4
IGV	S/. 472,464.4	S/.	S/. 1,893.8	S/. 139.6	S/. 682.6	S/. 139.6

Elaboración Propia

Tabla 51. Depreciación de Activos Tangibles

Depreciación de Activos Tangibles		2014	2015	2016	2017	2018	Valor Final	Liquidación	Ganancia
Concepto	Tasa								
Terreno	0%	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 308,000.00	S/. 369,600.00	S/. 61,600.00
Infraestructura del local	3%	S/. 25,052.14	S/. 25,052.14	S/. 25,052.14	S/. 25,052.14	S/. 25,052.14	S/. 709,810.76	S/. 851,772.91	S/. 141,962.15
Instalaciones servicios básicos	3%	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 8,500.00	S/. 10,200.00	S/. 1,700.00
Equipos de Proceso	10%	S/. 185,934.03	S/. 185,934.03	S/. 185,934.03	S/. 185,934.03	S/. 185,934.03	S/. 929,670.15	S/. 1,115,604.18	S/. 185,934.03
Equipos de Laboratorio	10%	S/. 4,610.00	S/. 4,610.00	S/. 4,610.00	S/. 4,610.00	S/. 4,610.00	S/. 23,050.00	S/. 27,660.00	S/. 4,610.00
Mobiliario	10%	S/. 2,444.00	S/. 2,794.00	S/. 2,794.00	S/. 2,830.00	S/. 2,830.00	S/. 14,608.00	S/. 17,529.60	S/. 2,921.60
Equipos de Oficina	25%	S/. 3,350.00	S/. 3,350.00	S/. 5,350.00	S/. 6,150.00	S/. 2,800.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. -
Equipos de Seguridad	10%	S/. 91.50	S/. 183.00	S/. 274.50	S/. 366.00	S/. 457.50	S/. 3,202.50	S/. 3,202.50	S/. -
Total PEN		S/. 221,781.67	S/. 222,223.17	S/. 224,314.67	S/. 225,242.17	S/. 221,983.67		*incluido IGV	S/. 398,727.78
Depreciación sin IGV		S/. 187,950.57	S/. 188,324.72	S/. 190,097.18	S/. 190,883.20	S/. 188,121.76		*sin IGV	S/. 337,904.90

Elaboración Propia

5.1.2. Inversiones en Activos Intangibles

Los activos intangibles principales son: el software empleado para el diseño de productos y procesos, programación producción, control de calidad, inventarios, solicitudes de compra, contabilidad, etc.; diseño del local; promoción y publicidad de lanzamiento y; capacitaciones. En la tabla 52 se presenta el detalle de los conceptos y montos invertidos en activos intangibles para el presente proyecto.

Tabla 52. Inversión en Activos Intangibles

Activos Intangibles			
Inversión en Activos Intangibles			
Concepto	Cantidad	Año 0	
Elaboración de la Minuta de Constitución firmada	1	S/.	300.00
Reserva del nombre ante Registros Públicos	1	S/.	22.00
Escritura Pública	1	S/.	400.00
Pago de derechos registrales	1	S/.	126.00
Inspección técnica de Defensa Civil al de Detalle ITSDC	1	S/.	576.70
Licencia Municipal de Funcionamiento	1	S/.	204.40
Legalización de libros contables	1	S/.	40.00
Obtención de libro de planillas	1	S/.	9.60
Registros sanitarios	1	S/.	73.00
Diseño del local	1	S/.	4,000.00
Promoción y publicidad de lanzamiento	1	S/.	2,500.00
Software	1	S/.	20,000.00
Capacitación inicial	1	S/.	2,000.00
Registro de Marcas y Patentes	1	S/.	500.00
Total		S/.	30,751.70

Elaboración Propia

En la tabla 53 se presenta la amortización anual de cada uno de estos activos intangibles.

Tabla 53. Amortización de Activos Intangibles

Amortización de Activos Intangibles					
Concepto	2014	2015	2016	2017	2018
Elaboración de la Minuta de Constitución firmada	S/. 300.00				
Reserva del nombre ante Registros Públicos	S/. 22.00				
Escritura Pública	S/. 400.00				
Pago de derechos registrales	S/. 126.00				
Inspección técnica de Defensa Civil al de Detalle ITSDC	S/. 576.70		S/. 576.70		S/. 576.70
Licencia Municipal de Funcionamiento (Municipalidad de Lurín)	S/. 204.40				
Legalización de libros contables	S/. 40.00				
Obtención de libro de planillas	S/. 9.60				
Registros sanitarios	S/. 73.00			S/. 73.00	
Diseño del local	S/. 4,000.00				
Promoción y publicidad de lanzamiento	S/. 2,500.00				
Software	S/. 20,000.00			S/. 20,000.00	
Capacitación inicial	S/. 2,000.00				
Registro de Marcas y Patentes	S/. 500.00		S/. 500.00		S/. 500.00
Total	S/. 30,751.70	S/. -	S/. 1,076.70	S/. 20,073.00	S/. 1,076.70

Elaboración Propia

5.1.3. Inversiones en Capital de Trabajo

Para determinar el monto de capital de trabajo necesario para el presente proyecto se calculó el monto total requerido en materiales e insumos, mano de obra directa e indirecta, gastos de ventas y gastos en servicios para el primer año de operación de la

planta de producción. A partir de ello se consideró un mes de capital de trabajo para el inicio de operaciones. En la tabla 54 se presenta la inversión en capital de trabajo para el presente proyecto.

Tabla 54. Inversión en Capital de trabajo

Capital de trabajo (S/.)			
Concepto	Año 0	2014	
Materiales e insumos		S/. 8,440,708.84	*incluye IGV
Mano Obra Directa + Indirecta		S/. 540,983.33	
Gastos de Ventas		S/. 11,040.00	
Servicios		S/. 25,594.79	*incluye IGV
Total desembolsable		S/. 9,018,326.96	
Requerimiento Cap.Trab. Mensual		S/. 751,527.25	
Inversión en capital de trabajo	S/. 751,527.25		

Elaboración Propia

5.2. Presupuesto de Egresos

Para la determinación del presupuesto de egresos se consideraron las siguientes partidas: costo de mano de obra directa, gasto de personal administrativo, gasto en servicios, gasto de ventas, costo de insumos y materiales y costo de mercadería. A partir de dichos montos anuales, se calculó el impuesto a la renta y se adicionaron los valores de gastos financieros y gastos de depreciación y amortización. En la tabla 55 se muestra el resumen de presupuesto de egresos.

En el ANEXO 24 se muestra el detalle del Presupuesto de egresos.

Tabla 55. Presupuesto de Egresos

Total Presupuesto de Egresos						
Concepto	2014	2015	2016	2017	2018	
Gasto de mano de obra directa	S/. 228,158.00	S/. 267,582.00	S/. 273,089.04	S/. 365,866.77	S/. 373,339.51	
Gastos personal Administración	S/. 312,825.33	S/. 386,745.33	S/. 394,791.04	S/. 402,997.66	S/. 411,368.41	
Servicios	S/. 25,594.79	S/. 25,594.79	S/. 25,594.79	S/. 26,963.66	S/. 26,963.66	
Gasto de ventas	S/. 11,040.00	S/. 13,163.00	S/. 15,292.15	S/. 18,427.76	S/. 18,570.15	
Insumos y materiales	S/. 8,438,458.84	S/. 12,555,313.10	S/. 12,931,945.88	S/. 17,419,188.13	S/. 17,941,247.63	*inc. IGV
Mercadería	S/. 2,250.00	S/. 3,250.00	S/. 3,250.00	S/. 4,250.00	S/. 4,250.00	*inc. IGV
Impuesto a la renta	S/. -25,232.33	S/. -274,120.05	S/. -390,235.88	S/. -742,504.41	S/. -910,967.26	*inc. IGV
Gastos financieros	S/. 308,423.89	S/. 246,739.11	S/. 185,054.33	S/. 123,369.55	S/. 61,684.78	*inc. IGV
Gastos de depreciación y amortización de intangibles	S/. 252,533.37	S/. 222,223.17	S/. 225,391.37	S/. 245,315.17	S/. 223,060.37	*inc. IGV
Total S/.	S/. 9,554,051.89	S/. 13,446,490.46	S/. 13,664,172.73	S/. 17,863,874.29	S/. 18,149,517.25	

Elaboración Propia

5.3. Presupuesto de Ingresos

Para la determinación del presupuesto de ingresos se consideraron las siguientes partidas: kilogramos de carmín de cochinilla a vender y precio unitario del carmín de cochinilla. El precio del carmín de cochinilla a considerar para el presente proyecto en el año 0 es de 76 \$/Kg; esto es, basado en la declaración jurada de exportación de una empresa del sector (ver ANEXO 7). El tipo de cambio que se consideró es de 2.87. En la tabla 56 se muestra el resumen de presupuesto de ingresos.

Tabla 56. Presupuesto de Ingresos

Concepto	2014	2015	2016	2017	2018
Carmín de Cochinilla (Kg)	45000	65000	65000	85000	85000
Total	45000	65000	65000	85000	85000

Estructura de precios	2014	2015	2016	2017	2018
Carmín de Cochinilla (S./ Kg)*	S/. 218	S/. 230	S/. 242	S/. 255	S/. 268

Ingreso Anual por Ventas					
Concepto	2014	2015	2016	2017	2018
Carmín de Cochinilla	S/. 9,828,000	S/. 14,950,000	S/. 15,730,000	S/. 21,675,000	S/. 22,780,000
Total S/.	S/. 9,828,000	S/. 14,950,000	S/. 15,730,000	S/. 21,675,000	S/. 22,780,000

Total Ingresos sin IGV	S/. 8,328,814	S/. 12,669,492	S/. 13,330,508	S/. 18,368,644	S/. 19,305,085
-------------------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

IGV Ventas	S/. 1,499,186	S/. 2,280,508	S/. 2,399,492	S/. 3,306,356	S/. 3,474,915
-------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Elaboración Propia

5.4. Estructura de Financiamiento

La estructura del financiamiento para la inversión inicial total comprende del financiamiento en activo fijo, activo intangible y capital de trabajo. La inversión en los activos fijos representa el mayor porcentaje de la inversión total (80%).

De la inversión total inicial se determinó que el 30% será cubierto por deuda y el 70% será obtenido mediante capital de los propios accionistas. En la tabla 57 se muestra la composición de la inversión inicial total requerida; así como la estructura del financiamiento necesario para el inicio del presente proyecto.

Tabla 57. Estructura de Financiamiento

Composición de la Inversión Inicial Total				
Concepto	S/.	%		
Activo Fijo	3,097,267	80		
Activo Intangible	30,752	1		
Cap.Trabajo	751,527	19		
Total	3,879,546	1.00		
Financiamiento				
Estructura del Capital del proyecto				
Concepto	S/.	%	Costo anual	Costo d.i.
Préstamo	1,163,864	30.0	26.50%	18.55%
Propio	2,715,682	70.0	20.24%	20.24%
Total	3,879,546	100		19.74% = k

Elaboración Propia

5.5. Estado de Ganancias y Pérdidas

En la tabla 58 se muestra la proyección de los estados de ganancias y pérdidas para cada año del presente proyecto.

Tabla 58. Estado de Ganancias y Pérdidas

Estado de Ganancias y Pérdidas						
	2014	2015	2016	2017	2018	
Ventas Brutas	S/. 8,328,814	S/. 12,669,492	S/. 13,330,508	S/. 18,368,644	S/. 19,305,085	
Costo de Ventas	S/. -7,381,301	S/. -10,910,432	S/. -11,235,119	S/. -15,131,492	S/. -15,581,388	
Utilidad Bruta	S/. 947,512	S/. 1,759,059	S/. 2,095,389	S/. 3,237,152	S/. 3,723,696	
Gastos Administrativos	S/. -334,516	S/. -408,436	S/. -416,482	S/. -425,848	S/. -434,219	
Gastos de Ventas	S/. -1,763	S/. -1,826	S/. -1,893	S/. -1,963	S/. -2,037	
Utilidad Operativa	S/. 611,234	S/. 1,348,797	S/. 1,677,014	S/. 2,809,340	S/. 3,287,441	
Gastos Financieros	S/. -308,424	S/. -246,739	S/. -185,054	S/. -123,370	S/. -61,685	
Gastos de depreciación/amort	S/. -218,702	S/. -188,325	S/. -191,174	S/. -210,956	S/. -189,198	
Utilidad antes Impuestos	S/. 84,108	S/. 913,734	S/. 1,300,786	S/. 2,475,015	S/. 3,036,558	
Impuesto a la Renta	S/. -25,232	S/. -274,120	S/. -390,236	S/. -742,504	S/. -910,967	
Utilidad Neta del Ejercicio	S/. 58,875	S/. 639,613	S/. 910,550	S/. 1,732,510	S/. 2,125,590	
Pago de dividendos		S/. -	S/. 279,396	S/. 531,857	S/. 759,089	
Utilidad retenida del ejercicio	S/. 58,875	S/. 639,613	S/. 631,155	S/. 1,200,653	S/. 1,366,501	

Elaboración Propia

5.6. Balance General

En la tabla 59 se presenta el balance general proyectado para cada uno de los cinco años del presente proyecto.

Tabla 59. Balance General

Balance General	Año 0	2014	2015	2016	2017	2018
Activos						
Activo Corriente						
Caja	S/. 751,527	S/. 1,978,858	S/. 2,917,178	S/. 3,527,733	S/. 5,078,873	S/. 6,421,578
Cuentas por cobrar						
Inventario	S/. 751,527	S/. 1,978,858	S/. 2,917,178	S/. 3,527,733	S/. 5,078,873	S/. 6,421,578
Total Activo Corriente						
Activo No Corriente						
Equipos	S/. 2,624,802	S/. 2,624,802	S/. 2,635,324	S/. 2,636,099	S/. 2,639,891	S/. 2,640,667
Intangibles	S/. 30,752	S/. 30,752	S/. 30,752	S/. 31,828	S/. 51,901	S/. 52,978
Depreciación de activos		S/. -187,951	S/. -376,275	S/. -566,372	S/. -757,256	S/. -945,377
Amortización de intangibles		S/. -30,752	S/. -30,752	S/. -31,828	S/. -51,901	S/. -52,978
Total Activo No Corriente	S/. 2,655,554	S/. 2,436,852	S/. 2,259,048	S/. 2,069,726	S/. 1,882,636	S/. 1,695,289
TOTAL ACTIVO	S/. 3,407,081	S/. 4,415,710	S/. 5,176,227	S/. 5,597,459	S/. 6,961,509	S/. 8,116,868
Pasivo y Patrimonio						
Pasivo corriente						
Cuentas por pagar trabajadores		S/. 6,669	S/. 6,669	S/. 6,803	S/. 6,939	S/. 7,078
Cuentas por pagar proveedores		S/. 703,392	S/. 1,057,068	S/. 1,079,785	S/. 1,475,819	S/. 1,497,310
Impuestos por pagar	S/. -472,464	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
Pasivo no corriente						
Cuentas por pagar préstamos	S/. 1,163,864	S/. 931,091	S/. 698,318	S/. 465,545	S/. 232,773	S/.
Total Pasivo	S/. 691,399	S/. 1,641,153	S/. 1,762,056	S/. 1,552,133	S/. 1,715,530	S/. 1,504,388
Patrimonio Neto						
Capital Social	S/. 2,715,682	S/. 2,715,682	S/. 2,715,682	S/. 2,715,682	S/. 2,715,682	S/. 2,715,682
Utilidades acumuladas		S/. 58,875	S/. 58,875	S/. 419,093	S/. 797,786	S/. 1,771,208
Utilidad del ejercicio		S/. 58,875	S/. 639,613	S/. 910,550	S/. 1,732,510	S/. 2,125,590
Total Patrimonio Neto	S/. 2,715,682	S/. 2,774,557	S/. 3,414,171	S/. 4,045,326	S/. 5,245,979	S/. 6,612,480
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	S/. 3,407,081	S/. 4,415,710	S/. 5,176,227	S/. 5,597,459	S/. 6,961,509	S/. 8,116,868

Elaboración Propia

5.7. Flujo de Caja Operativo, Económico y Financiero

Los flujos de caja operativo, económico y financiero permiten observar los flujos de efectivo para los accionistas y sus acreedores. En la tabla 60 se muestra el flujo de caja operativo, el flujo de caja económico y el flujo de caja financiero.

Tabla 60. Flujo de Caja Operativo, Económico y Financiero

	Año 0	2014	2015	2016	2017	2018
Ingresos		S/. 9,828,000	S/. 14,950,000	S/. 15,730,000	S/. 21,675,000	S/. 22,780,000
Inversión inicial	S/. 3,879,546					
Compra de mercadería		S/. 7,737,316	S/. 11,512,016	S/. 11,857,263	S/. 15,971,485	S/. 16,450,039
Gasto de Ventas y Adm		S/. 340,500	S/. 414,495	S/. 422,620	S/. 432,278	S/. 440,735
Costo de ventas		S/. 221,489	S/. 260,913	S/. 266,286	S/. 358,928	S/. 366,262
Gasto financiero		S/. 308,424	S/. 246,739	S/. 185,054	S/. 123,370	S/. 61,685
Amortización préstamo		S/. 232,773	S/. 232,773	S/. 232,773	S/. 232,773	S/. 232,773
Impuesto a la Renta		S/. 25,232	S/. 274,120	S/. 390,236	S/. 742,504	S/. 910,967
IGV		S/. -265,065	S/. 360,562	S/. 422,081	S/. 644,077	S/. 732,987
Pagos a proveedores y trabaj. CxP			S/. 710,062	S/. 1,063,738	S/. 1,086,588	S/. 1,482,757
Pago de dividendos		S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
Flujo de caja neto	S/. -3,879,546	S/. 1,227,331	S/. 938,320	S/. 610,554	S/. 1,551,140	S/. 1,342,705
FLUJO DE CAJA ECONOMICO						
Ingresos		S/. 9,828,000	S/. 14,950,000	S/. 15,730,000	S/. 21,675,000	S/. 22,780,000
Inversión inicial	S/. 3,879,546					
Compra de mercadería		S/. 7,737,316	S/. 11,512,016	S/. 11,857,263	S/. 15,971,485	S/. 16,450,039
Gasto de Ventas y Adm		S/. 340,500	S/. 414,495	S/. 422,620	S/. 432,278	S/. 440,735
Costo de ventas		S/. 221,489	S/. 260,913	S/. 266,286	S/. 358,928	S/. 366,262
Impuesto a la Renta		S/. 117,759	S/. 348,142	S/. 445,752	S/. 779,515	S/. 929,473
IGV		S/. -265,065	S/. 360,562	S/. 422,081	S/. 644,077	S/. 732,987
Pagos a proveedores y trabaj.		S/.	S/. 710,062	S/. 1,063,738	S/. 1,086,588	S/. 1,482,757
Flujo de caja ECONOMICO	S/. -3,879,546	S/. 1,676,001	S/. 1,343,810	S/. 1,252,261	S/. 2,402,129	S/. 2,377,746
FLUJO DE FINANCIAMIENTO NETO						
Principal						
Amortización	S/. 1,163,864					
Intereses		S/. -232,773	S/. -232,773	S/. -232,773	S/. -232,773	S/. -232,773
Escudo Fiscal = Int x T		S/. -308,424	S/. -246,739	S/. -185,054	S/. -123,370	S/. -61,685
Financiamiento neto		S/. 92,527	S/. 74,022	S/. 55,516	S/. 37,011	S/. 18,505
Flujo de caja FINANCIERO	S/. -2,715,682	S/. 1,227,331	S/. 938,320	S/. 889,950	S/. 2,082,998	S/. 2,101,794

Elaboración Propia

5.8. Evaluación Económica Financiera

En el presente acápite se mostrarán los pasos y los resultados del análisis económico financiero para el presente proyecto. En un primer ítem se mostrará la evaluación económica y en un segundo ítem, la evaluación financiera.

5.8.1. Evaluación Económica

Para realizar la evaluación económica, primero se debe determinar el Costo Ponderado de Capital (WACC, por sus siglas en inglés). Este valor se obtiene ponderando los costos del capital y de la deuda por sus respectivos porcentajes de aporte al monto total de inversión.

Para el presente proyecto de investigación se considerará un WACC igual a 19.74 %, tal como se mostró en el punto 5.4.

La tasa TIR económica calculada es de 33 %; porcentaje mayor al WACC. Asimismo, el Valor Presente Neto económico calculado es un número positivo alto. Debido a ello, se concluye que el proyecto es económicamente viable y rentable.

A continuación se presenta el valor del Costo de Capital Ponderado, la Tasa Interna de Retorno Económica y el Valor Presente Neto Económico.

Costo Ponderado de Capital: 19.74 %

Valor Presente Neto (económico): S/. 1,321,868

Tasa Interna de Retorno (Económico): 33%

5.8.2. Evaluación Financiera

La evaluación financiera requiere que en primer lugar se calcule el Costo de Oportunidad del Capital o del Accionista (COK, por sus siglas en inglés). Este valor se obtiene según el método del CAPM (Capital Asset Pricing Model), teniendo en cuenta el riesgo país, la tasa libre de riesgo, la prima de riesgo del mercado y la constante beta de la industria.

Para el presente proyecto se considerará un COK de 20.24%, tal como se mostró en el punto 5.4.

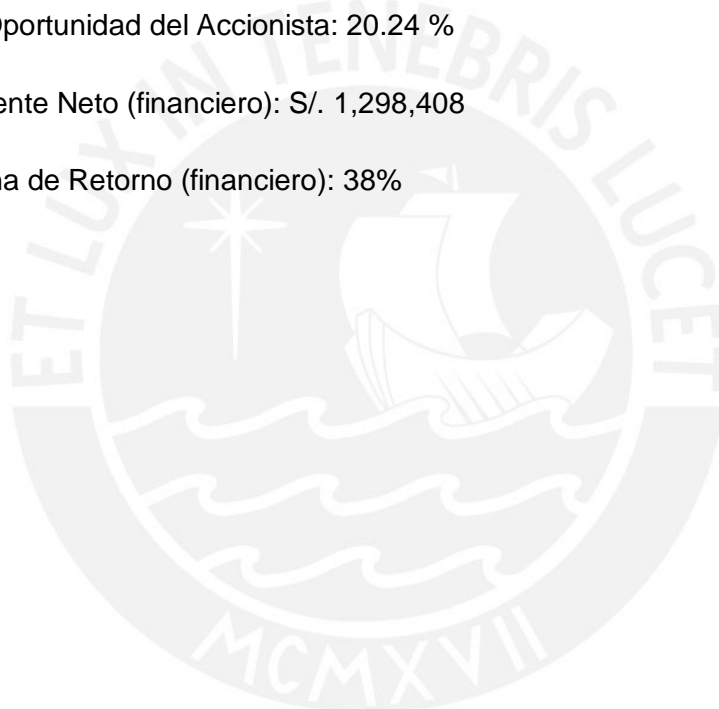
La tasa TIR financiera es mayor al COK y el Valor Presente Neto financiero es un valor positivo alto. Debido a ello, se concluye que el proyecto es viable y rentable financieramente.

A continuación se presenta el valor del Costo de Oportunidad del Accionista, la Tasa Interna de Retorno Financiera y el Valor Presente Neto Financiero.

Costo de Oportunidad del Accionista: 20.24 %

Valor Presente Neto (financiero): S/. 1,298,408

Tasa Interna de Retorno (financiero): 38%



CAPÍTULO 6: Conclusiones y Recomendaciones

En el presente capítulo se muestran las conclusiones del proyecto, enfocándose en conclusiones principales por cada uno de los capítulos desarrollados (del 1 al 5). Asimismo, se muestran las recomendaciones para obtener una data más certera de acuerdo a las necesidades particulares de los inversionistas y desarrollar una ingeniería de detalle para construcción.

6.1. Conclusiones

De la investigación realizada se concluye que el carmín de cochinilla es un colorante natural con muchas ventajas sobre los colorantes artificiales empleados como aditivos en la industria alimentaria (Red 40 o Allura Red AC); por ejemplo, no promueve el desarrollo de enfermedades en el ser humano, tales como la hiperactividad y cáncer.

A partir de la información recopilada sobre los métodos teóricos para la obtención del carmín de cochinilla se concluye que estos difieren básicamente en los insumos empleados durante dos operaciones principales; la extracción del ácido carmínico y la precipitación de la pasta de carmín; mas no, en la tecnología asociada al equipamiento empleado.

De la investigación de los métodos teóricos e información recopilada del sector, se concluye que para la extracción es necesario el empleo de agentes reguladores de acidez y un agente quelante, los cuales, para el presente trabajo, serán: el carbonato de sodio, ácido fosfórico y el EDTA.

De la investigación de los métodos teóricos e información recopilada del sector, se concluye que para la precipitación es necesario el empleo de agentes secuestrantes y endurecedores, los cuales, para el presente trabajo, serán: el cloruro de calcio y el fosfato de aluminio.

Luego de realizar el estudio de localización se concluye que la planta de producción deberá instalarse en la región Lima, dentro del distrito de Lurín; debido a su cercanía a la materia prima, puntos de embarque para la comercialización, entre otros.

Del Estudio Técnico se concluye que, para elaborar 1 kg de carmín se requiere de, aproximadamente, 3 kg de cochinilla seca. Esto se sustenta en el Balance de Masa, donde se muestra que para obtener 93 Kg de carmín de cochinilla se necesitan 240 Kg de cochinilla seca (rendimiento de 38.75%).

Del Balance de Masa se concluye que, en términos de ácido carmínico, el proceso tiene un rendimiento de 87.9% (ingresaron 52.80 Kg de ácido carmínico para obtener 46.41 Kg), eliminando el 12.1% en forma de merma durante el proceso global.

Del Estudio Técnico se concluye que, para las cantidades de producción anuales estimadas, se requiere que solo se trabaje un turno de 8 horas al día (sin incluir el refrigerio), considerando meses de 22 días efectivos de trabajo.

Del Estudio de Evaluación Económica y Financiera se concluye que el proyecto de implementación de una planta de procesamiento de cochinilla para la obtención de carmín es viable económica y financieramente; ya que, se obtiene un VPN económico positivo S/. 1,321,868.00 y una TIR económica de 33% (mayor al Costo Ponderado de Capital de 19.74%); un VPN financiero positivo de S/. 1,298,408.00 y una TIR financiera de 38% (mayor al Costo de Oportunidad del Accionista: 20.24%).

6.2. Recomendaciones

Es importante realizar estudios complementarios acerca de la situación actual de los cultivos de cochinilla y su comercialización en el país; ya que, los datos que manejan las instituciones peruanas como el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo y el Instituto Nacional de Estadística e Informática, varían mucho entre sí y el hecho de que no se cuente con la cantidad de producción ofertada de cochinilla seca en el país afecta negativamente el precio de esta materia prima.

El precio nacional de la cochinilla seca también varía debido a que la mayor producción de cochinilla seca se da en La Joya, Arequipa, lo cual hace que cualquier déficit en la oferta de esta región impacte en el precio, aumentando hasta en un 30%. Por ello, se recomienda trabajar en la diversificación horizontal de la cadena.

El presente estudio corresponde a una ingeniería básica a nivel de pre inversión, por lo que para poder obtener datos más precisos de precios de maquinaria e instalación y

costos de inversión y puesta en marcha se recomienda complementar el estudio técnico con un estudio de ingeniería definitiva, considerando hojas de cálculo, especificaciones técnicas y planos para las especialidades de topografía, geología-geotecnia, riesgo sísmico, arquitectura, civil, estructuras metálicas, procesos, mecánica, tuberías, saneamiento, electricidad, instrumentación y riesgos.

Para poder determinar la rentabilidad del proyecto de inversión, se recomienda complementar el presente estudio, con la elaboración de un estudio de mercado y financiero, considerando los nuevos montos de inversión mencionados en el punto anterior.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aparicio Vásquez, E., Bedoya Arias E., Manchay Jiménez, R. y Villanueva Quispe, R.

2000 Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta procesadora de carmín de cochinilla

Arándiga Martí, Gemma y Diaz Sanchez, Sonia

2008 Estudio del licopeno del tomate como colorante natural desde la perspectiva analítica e industrial.

Armas, Adrián; Vallejos, Lucy y Vega Marco

2011 indicadores tendenciales de inflación y su relevancia como variables indicativas de política monetaria.

Cano Lasso, Alejandra

2011 Extracción y uso de tres pigmentos naturales a partir de tomate de árbol (*solanum betaceum cav.*), mortiño (*vaccinium myrtillus l.*) y mora de castilla (*rubus glaucus*) como alternativa colorante natural para alimentos.

Comisión Europea

1988 Directiva del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los aditivos alimentarios autorizados en los productos alimenticios destinados al consumo humano.

Costos Perú

2014 Publicación Mensual de Costos Perú, Edición 240 / Marzo 2014.

Duque Michelena, Paola y Herrera Rivadeneira, Hipatia

2002 Proyecto de investigación de producción de tuna y cochinilla seca en Guayllabamba para exportar a Alemania en el año 2004.

Gibaja Oviedo, Segundo

1998 Pigmentos Naturales Quinónicos

Guachi Rojano, María y Naula Erazo, Sandra

2009 Obtención del colorante rojo carmín a partir de la cochinilla

International Development Research Center (IDRC)

1999 Carmine Dye Extraction Process and The Cochineal Insect

Kobylewski, Sarah y Jacobson, Michael

2010 Food Dyes: A Rainbow of Risks

Ortega Cifuentes, Verónica

2011 Comparación del rendimiento del ácido carmínico entre dos procesos de deshidratación de la cochinilla de tunas cultivadas en guano.

Pérez Sandi y Cuen, M. y R. Becerra

2001 Nocheztli: el insecto del rojo carmín. CONABIO. Biodiversitas 36: 1-8

Sáenz, Carmen

2006 Utilización agroindustrial del nopal.