

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



TESIS
VALORIZACIÓN DE LA CÁSCARA DE MARACUYÁ
(*Passiflora edulis F. flavicarpa* Deg.) COMO SUB PRODUCTO
PARA OBTENER PECTINA USANDO COMO AGENTE
HIDROLIZANTE ÁCIDO CÍTRICO

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

GILBERTO MARTÍN ESCOBEDO SOBERÓN

Chiclayo 12 de Febrero del 2013

**“VALORIZACIÓN DE LA CÁSCARA DE MARACUYÁ
(*Passiflora edulis F. flavicarpa* Deg.) COMO SUB PRODUCTO
PARA OBTENER PECTINA USANDO COMO AGENTE
HIDROLIZANTE ÁCIDO CÍTRICO”**

POR:

GILBERTO MARTÍN ESCOBEDO SOBERÓN

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**

JURADO INTEGRADO POR

Ing. Mgtr. Evans Llontop Salcedo
PRESIDENTE

Ing. Mgtr. Sonia Salazar Zegarra
SECRETARIA

Ing. Mgtr. José Manuel Lecaros Barragán
ASESOR

DEDICATORIA

En primer lugar agradezco a Dios por haberme bendecido y permitido llegar a este punto de mi vida, dándome salud para poder lograr mis metas.

Un agradecimiento principalmente a mis padres César y Mayra que siempre me apoyaron y estuvieron conmigo en todo momento.

A mis hermanos menores César y Mariana que siempre me apoyan en cada paso que he dado y me brindan alegría y tranquilidad.

Agradezco a mi asesor de tesis Ing. José Manuel Lecaros Barragán por su valiosa asesoría y tiempo dedicado a mi proyecto de tesis.

Un agradecimiento a la Agroindustria AIB por brindarme información relevante para el desarrollo de mi tesis y otorgarme muestras de cáscara de maracuyá.

También un agradecimiento al Ing. Iván Herrera docente de la UNPRG quien en todo momento me brindo su apoyo y conocimientos para la realización de mi tesis y también al jefe de laboratorio de Físico – Química de la UNPRG el Sr. Edilberto Floriano Gómez quien me apoyó en los análisis de laboratorio y uso de los equipos.

Un agradecimiento a esta prestigiosa Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo la cual abrió sus puertas a jóvenes como yo, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

A todas aquellas personas que me han apoyado directa e indirectamente en la realización de esta tesis, por brindarme su apoyo y confianza en todo momento y sobre todo por creer en mí.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN..... | 1 |
| I. INTRODUCCIÓN | 3 |
| II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA | 4 |
| 2.1. Antecedentes del problema..... | 4 |
| 2.2. Fundamentos teóricos..... | 6 |
| 2.2.1. Maracuyá..... | 6 |
| 2.2.2. Pectina..... | 8 |
| 2.2.3. Concentración de Pectina..... | 10 |
| 2.2.4. Descripción del proceso de extracción de pectina a partir de la cáscara de maracuyá | 11 |
| 2.2.5. Obtención de pectina: Aplicación del método Taguchi | 14 |
| 2.2.5.1. Diseños Factoriales 2^k | 15 |
| 2.2.5.2. Arreglo ortogonal: Diseño factorial fraccionado 2^{k-p} | 16 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 18 |
| 3.1. Lugar de ejecución..... | 18 |
| 3.2. Materiales | 18 |
| 3.2.1. Materia prima..... | 18 |
| 3.2.2. Reactivos, equipos utilizados y materiales de laboratorio | 19 |
| 3.3. Análisis efectuados | 20 |
| 3.3.1. Materia prima..... | 20 |
| 3.3.2. Características de la pectina..... | 23 |
| 3.4. Proceso de extracción de pectina a nivel de laboratorio | 26 |
| 3.4.1. Proceso de Pre tratamiento o acondicionamiento de la materia prima | 26 |
| 3.4.2. Balance de materia prima en el pre tratamiento de la cáscara de maracuyá | 28 |
| 3.4.3. Proceso de extracción de pectina a partir de la cáscara de maracuyá | 29 |
| IV. Resultado de la aplicación del método Taguchi en el proceso de extracción de pectina | 31 |
| 4.1. Caracterización de la pectina extraída | 35 |
| V. ANALISIS DE LA VIABILIDAD | 36 |
| 5.1. Estudio de mercado | 36 |
| 5.1.1. Zona de influencia del proyecto..... | 36 |
| 5.1.2. Análisis de la demanda | 36 |
| 5.1.3. Análisis de la oferta..... | 40 |
| 5.1.4. Balance oferta - demanda..... | 42 |
| 5.1.5. Precio | 42 |
| 5.2. Materias primas y suministros | 43 |
| 5.2.1. Disponibilidad de materias primas..... | 43 |
| 5.2.2. Proyección de la disponibilidad | 44 |
| 5.3. Aspectos técnicos: Localización y tamaño | 46 |
| 5.3.1. Macrolocalización..... | 46 |
| 5.3.2. Factores básicos para determinar la localización | 49 |
| 5.3.3. Método de factores ponderados | 55 |
| 5.3.4. Micro localización..... | 56 |
| 5.4. Tamaño de planta..... | 58 |
| 5.4.1. Tamaño - mercado | 58 |
| 5.4.2. Tamaño – costos de producción..... | 59 |
| 5.4.3. Tamaño - Tecnología | 62 |

| | |
|--|------------|
| 5.4.4. Tamaño – Materia prima..... | 68 |
| 5.4.5. Tamaño – Inversión | 69 |
| 5.4.6. Tamaño – Financiamiento..... | 70 |
| 5.4.7. Justificación de la ubicación y localización de planta..... | 70 |
| 5.5. Ingeniería y tecnología | 73 |
| 5.5.1. Diagrama de flujo..... | 73 |
| 5.5.2. Diagrama del proceso de recorrido | 74 |
| 5.5.3. Diagrama del recorrido | 75 |
| 5.5.4. Indicadores de producción | 76 |
| 5.5.4.1. Producción de pectina..... | 76 |
| 5.5.4.2. Número de operarios requeridos para la producción..... | 77 |
| 5.5.5. Balance de materiales..... | 78 |
| 5.5.6. Balance de energía | 80 |
| 5.6. Programa de ventas..... | 82 |
| 5.7. Programa de producción | 82 |
| 5.8. Distribución de planta..... | 83 |
| 5.8.1. Tipo de distribución de planta..... | 83 |
| 5.8.2. Plan de distribución de planta | 84 |
| 5.9. Recursos humanos | 92 |
| 5.10. Cronograma de ejecución | 94 |
| 5.11. Inversiones..... | 96 |
| 5.11.1. Inversión fija..... | 96 |
| 5.11.2. Inversión diferida..... | 104 |
| 5.12. Capital de trabajo | 105 |
| 5.12.1. Materiales directos e indirectos | 105 |
| 5.12.2. Electricidad..... | 108 |
| 5.12.3. Mantenimiento..... | 114 |
| 5.12.4. Sueldos..... | 114 |
| 5.12.5. Gastos variados..... | 116 |
| 5.13. Presupuesto | 117 |
| 5.13.1. Presupuesto de ingresos..... | 117 |
| 5.13.2. Presupuesto de costos | 117 |
| 5.13.3. Presupuesto de gastos | 118 |
| 5.13.4. Fuentes de financiamiento | 118 |
| 5.13.5. Flujo de caja económico | 119 |
| 5.14. Evaluación | 120 |
| 5.14.1. Valor actual neto | 120 |
| 5.14.2. Tasa interna de retorno..... | 120 |
| 5.14.3. Relación beneficio – costo (B/C) | 121 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 122 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 124 |
| VIII. ANEXOS | 128 |

Resumen y palabras clave

Actualmente las agro industrias que producen y exportan jugo de maracuyá, como es el caso de AIB, generan grandes cantidades de desechos de cáscara. Estas son vendidas a muy poco precio y están destinadas a la elaboración de alimento para ganado; sin embargo, es posible la utilización de estas cáscaras de maracuyá para producir pectina, solucionando el problema ambiental de acumulación de material de desecho; pues estos producen malos olores, aumento de la actividad microbiana, existencia de mosquitos y moscas, etc. El objetivo de la presente tesis es demostrar la posibilidad de elaborar pectina a partir del desecho, cáscara de maracuyá, usando como agente hidrolizante al ácido cítrico.

La metodología de este proyecto de tesis es descriptiva – experimental, porque se realizará un análisis de la materia prima, se elegirá el óptimo proceso de extracción de pectina utilizando el software Statistica Versión N° 10 y aplicando el método Taguchi; a su vez, se analizará que el producto terminado cumpla los parámetros de calidad. La presente tesis contribuirá a reducir el impacto ambiental del residuo de cáscara de maracuyá, dando otra utilidad y un valor agregado a este residuo que contiene pectina.

Se consiguieron resultados favorables, en un rendimiento de 16%, y de mejor calidad cuando se utilizaron los siguientes factores para la extracción de pectina: la temperatura de hidrólisis de 80°C; el pH de 3.5; el tiempo de hidrólisis de 80 min; la cantidad de agua utilizada de 1/22, por cada gramo de cáscara se emplean 22 ml de agua destilada; la cantidad de alcohol etanol en un 60% del volumen de filtrado; el tiempo de precipitación de 15 min; y un tiempo de secado de 3 hr. Después de aplicado el método Taguchi en el proceso de extracción de pectina, se obtuvieron como factores de mayor efecto en el proceso: la temperatura de hidrólisis y el pH del ácido cítrico; concluyendo en que estos dos factores poseen una gran influencia en el rendimiento y calidad de la pectina. El estudio económico realizado para la instalación de una planta de pectina dio como resultado una TIR de 23% y un VAN de \$ 458 298 dólares, haciendo de esta una opción atractiva para el inversionista.

Palabras claves: Pectina, pH, hidrólisis, cáscara de maracuyá

ABSTRACT AND KEYWORDS

Nowadays, agro-industrial companies that produce and export juice of passion fruit like Agro-industrial AIB generate great quantities of rind wastes. These residues are sold to extremely cheap prices, however it is possible to use these passion fruit peels to produce pectin, solving the environmental accumulation problem of waste material that produce bad smells, micro-organisms and the presence of flies and mosquitoes take place. The objective of this dissertation is to determine the possibility to produce pectin from passion fruit peels as waste, using citric acid as hydrolyzing agent.

This project methodology is descriptive - experimental since a number of analyses of the raw material will be carried on, there also will be evaluated different processes for the extraction of pectin so the ideal one can be chosen using the Statistica Project and the Taguchi Method. in addition, the manufactured products will be analyzed so they fulfill the necessary quality standards. The present dissertation will give some ways to reduce the environmental impacts caused by these residues basically by giving not only alternative uses to them but also and an added value to these rind wastes that contain pectin.

Optimal resulting in yield of 16%, and better quality when the factors were used for the extraction pectin: hydrolysis temperature of 80°C, pH 3,5, hydrolysis time 80 min, prime matter/water relation equal to 1/22, amount of alcohol ethanol 60% of the volúmen filtrate, precipitation time of 15 min and drying time of 3hours.

After used the Taguchi Method in the extraction process of pectin, were obtained as main effect factors in the process: hydrolysis temperature and pH of citric acid, in conclusion these two factors have a major influence on the yield and quality of pectin. The economy study for the installation of plant pectin showed an IRR of 23% and NPV of \$ 458 298 dollars being attractive to investors.

Key words: Pectin, pH, hydrolysis, passion fruit peel

I. INTRODUCCIÓN

La cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa*) es un residuo industrial, al cual, actualmente, se está subutilizando en las Agro Industrias. La cáscara es vendida a criaderos de ganado vacuno, obteniéndose un bajo valor económico; además en días de alta producción la cantidad de este residuo aumenta generando problemas de cúmulo de material, malos olores, aumento de la actividad microbiana, existencia de mosquitos y moscas, gastos en flete y contratación de unidades de transporte y estibadores para movilizar, de manera inmediata, la cáscara de maracuyá. Esto conlleva a buscar un nuevo uso para las cáscaras que se generan, en grandes cantidades, durante el proceso de extracción del jugo de la fruta.

La pectina es un agente gelificante que cuenta como primer componente al ácido galacturónico, proporcionándole a esta la cualidad de gel; este brinda una hermeticidad y conservación a diferentes productos como: jaleas, mermeladas, helados, etc. En el Perú no existen empresas destinadas a este rubro, el abastecimiento nacional de pectina es a través de la importación, los precios son elevados en el mercado nacional y el abastecimiento es discontinuo; estas razones favorecen la propuesta de instalar una planta para abastecer al mercado nacional.

El presente proyecto de tesis “Valorización de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa* deg.) como subproducto para obtener pectina usando como agente hidrolizante ácido cítrico” tiene como objetivo: la identificación del actual mercado demandante de pectina a nivel nacional, pretendiendo demostrar la existencia de una demanda potencial e insatisfecha de este producto; así como la competencia y el número de empresas extranjeras en este rubro.

Los otros objetivos son: analizar las características de la cáscara de maracuyá como residuo agro industrial y fuente de materia prima para la extracción industrial de pectina; y determinar, a nivel de laboratorio, el contenido de pectina extraíble de la cáscara de maracuyá. En los cuales se detallará los análisis que se deberán llevar a cabo para realizar las pruebas de laboratorio de la materia prima y producto terminado. Se calculará el mayor rendimiento de pectina y el más conveniente proceso de extracción usando el método Taguchi en el diseño experimental. Y como último objetivo se analizará la viabilidad técnica y económica de instalar una planta de extracción de pectina a partir de la cáscara de maracuyá.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. Antecedentes del problema

Pushpalatha (2002) menciona, que residuos de frutas las cuales son perecederas y estacionales son un problema para las industrias procesadoras de estas frutas y también para los organismos que regulan y vigilan la contaminación industrial. Tiene que adaptarse métodos adecuados para convertir estos desechos en productos con un mayor valor agregado, un subproducto valioso que se puede obtener de estos desechos es la pectina la cual se encuentra en las paredes celulares de estas frutas y tiene importantes propiedades nutricionales.

Según Kliemann (2009), las pectinas extraídas de varios sub productos vegetales son ampliamente utilizados en la industria alimentaria como agentes gelificantes, sin embargo sólo hay una fábrica en Brasil que produce pectina a partir de cítricos ubicada en Limeira – Sao Paulo, pero ninguna produce pectina a partir de la cáscara de maracuyá. Brasil sin embargo es el principal productor de maracuyá con un estimado de 485 000 toneladas en el año 2003. La maracuyá es un subproducto de las fábricas de jugo, y en la actualidad o bien se utiliza como alimento para animales o se elimina como residuo industrial.

Rovaris (2008) señala, que comúnmente el maracuyá amarillo es utilizado para la producción de jugo. La cáscara representa aproximadamente la mitad de la masa de la fruta, debido a esta producción de jugo, las cáscaras de maracuyá se han convertido en una importante carga con el medio ambiente, por lo tanto es necesario encontrar una solución factible de convertir las cáscaras en productos útiles en busca de un resultado con menor impacto ambiental. Se utilizó como variable independiente concentraciones de ácido cítrico entre 0,086 – 2,91 % del total de la muestra y tiempos de extracción entre 17 – 102 min.

De acuerdo a Scheer (2010), existen dos maneras de comercializar el maracuyá, fresca y procesada ambas comprenden aproximadamente el 50% del mercado de maracuyá en Brasil. Durante el procesamiento de jugo de maracuyá (una popular bebida en Brasil), aproximadamente 65 – 75% de la materia prima se convierte en desecho. La gran cantidad de desechos de las plantas de procesamiento de jugo de maracuyá presenta un reto interdisciplinario para desarrollar formas eficientes y económicamente viables para reducir al mínimo la cantidad de residuos mediante su uso como fuente de extracción de pectina.

Apsara (2002) afirmó, que con el aumento de la producción de productos procesados de frutas como la maracuyá, la cantidad de desechos generada está aumentando enormemente, planteando un problema de eliminación sin causar una contaminación ambiental. Estos residuos pueden ser efectivamente dispuestos para la fabricación de subproductos útiles siendo el caso de la pectina.

Páez (2004) menciona, que en la actualidad existe un crecimiento acelerado en el cultivo del maracuyá, el cual tiende a continuar en aumento dada la demanda de fruta fresca para el consumo interno y la existente por las industrias de jugos. El aumento en la producción de maracuyá en el país y principalmente en la región zuliana, indica un aumento en el procesamiento de la fruta para la producción de grandes volúmenes de jugo y, como consecuencia, la acumulación de mayor cantidad de material de desecho, el cual se destina normalmente como alimento para ganado.

Kulkarni (2010) señala, que el maracuyá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* L.) variedad amarilla se compone de 50 – 55 g de cáscara por 100 g de fruta fresca, esta cáscara es desechada como residuo durante el procesamiento de jugo de maracuyá. La cáscara de maracuyá obtenida después de la extracción del zumo debe ser blanqueada en agua hirviendo durante 5 min; después se deshidrata en un secador de aire caliente de flujo cruzado a 60° C, esta cáscara deshidratada se utiliza para la extracción de pectina. La extracción de pectina a partir de cáscara de maracuyá puede ser considerada para la utilización eficaz de los residuos obtenidos del procesamiento de esta fruta.

Según Vásquez (2008), es posible obtener la pectina con buenas propiedades gelificantes a partir de cáscara de plátano verde, por extracción con ácido cítrico a pH 3,0; temperatura de 85 ° C y un tiempo de hidrólisis de 60 minutos, la pectina así evaluada se clasifica como de gelificación lenta de acuerdo al metoxilo¹ y el ácido anhidro-urónico² contenido. Es posible la utilización de las cáscaras de plátano como fuente para la extracción de pectina, solucionando el problema ambiental del cúmulo de material de desecho de la actividad agroindustrial de este rubro, y a la vez, incrementando el beneficio empresarial.

De acuerdo a Attri (2002), durante la extracción del zumo del limón *galgal* (*Citrus pseudolimon Tanaka*), la cáscara, que representa alrededor del 25-35% del peso del fruto, se desecha y genera un problema ecológico alrededor de las plantas de procesamiento. Un proceso adecuado ha sido estandarizado para la recuperación máxima de pectina a partir de cáscaras de esta fruta, mediante el empleo de diversos extractantes teniendo en consideración las relaciones de la cáscara con el reactivo, los tiempos de extracción, el número de extracciones y tamaño de las partículas de la piel, etc. En este proceso, el ácido clorhídrico era el mejor agente de extracción, para un tiempo de extracción de 60 min. La precipitación de alcohol era mejor que la precipitación de aluminio-cloruro y no hubo mucho cambio en los parámetros de calidad durante el almacenamiento de la pectina seca, en polvo.

Según Canter (2005), varios ácidos pueden ser utilizados para la extracción de pectina. Los ácidos utilizados para la extracción de pectina fueron los tartárico, málico, cítrico,

¹ Es un grupo funcional consistente en un grupo metilo unido a un oxígeno, determina el mecanismo de formación, velocidad y temperatura del gel.

² Es un monosacárido de 06 átomos de carbono, el contenido menor a 70% de este ácido indica la presencia de ácidos no urónicos y si es mayor a 74% la pectina es considerada de alta pureza.

láctico, acético y fosfórico, pero había una tendencia a utilizar los ácidos minerales más baratos, como sulfúricos, clorhídrico y ácido nítrico. Los artículos publicados recientemente recomiendan el uso de ácido clorhídrico, los menores rendimientos se obtuvieron cuando los ácidos fosfórico y málico se utilizaron. Aunque el ácido nítrico mostró el mayor rendimiento, la variación fue muy grande. El ácido cítrico presentó el mayor valor promedio y es mejor que otros ácidos, desde una perspectiva económica, así como desde el punto de vista medioambiental.

El autor Zhong-Tao (2009) menciona, que en la actualidad, la manera más factible de emplear la cáscara de manzana es utilizándola para alimentar a los animales pero varios factores afectan negativamente a su valor como alimento. En primer lugar, la gran cantidad de factores anti – nutricionales, como la pectina y los taninos en la pulpa y cascara de la manzana, afecta la digestión de los animales. En segundo lugar, el contenido de proteína en la cáscara es muy bajo para los niveles de nutrición, así como el valor comercial disminuye en gran medida.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Maracuyá

Gómez (1995), afirma que se conocen dos variedades de maracuyá: el amarillo y morado. Siendo más común el amarillo, porque es adaptable a una mayor variedad climática y de altitudes. El morado es propio de lugares con mayor altitud. Existen tres productos que se obtienen: la fruta fresca, el jugo simple y el jugo concentrado. Estos dos últimos se utilizan en la industria de bebidas, láctea y repostería.

En cuanto a sus necesidades ambientales, el maracuyá amarillo prospera mejor en altitudes que van de 300 a 1000 metros sobre el nivel del mar. El fruto se caracteriza por ser rico en hidratos de carbono, ácidos orgánicos y vitamina, aportando en solo 100 g de porción 46 calorías.

La siguiente figura 01 muestra el endocarpio y exocarpio de la cáscara del maracuyá.

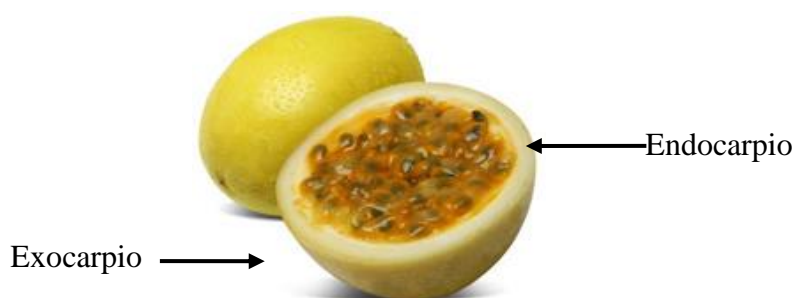


Figura 01. Endocarpio y exocarpio en la cáscara de maracuyá

PharmaWiki 2007

Malca (2000), describe al fruto de maracuyá como una baya esférica que mide hasta 10 cm de diámetro y peso máximo de 190 g, el mesocarpio es verde y el endocarpio es blanco, posee numerosas semillas pequeñas, negras y planas. Es una especie nativa de América tropical, probablemente originaria de la Amazonía brasileña. Se desarrolla en terrenos no inundables y con buen drenaje, exige suelos fértiles y profundos, de textura media, ligeramente ácida y dotada de abundante materia orgánica. En condiciones óptimas de cultivo y manejo, el maracuyá puede producir hasta 70 kg/planta, equivalente a 40 t/ha/año. El fruto al estado de madurez fisiológica se desprende del fruto y cae al suelo. La cosecha es del suelo, debe recolectarse cada 34 días. La cosecha industrial es directa de la planta. Se aprecia en la siguiente tabla 01 los componentes de la cáscara de maracuyá.

Tabla 01. Caracterización de la cáscara de maracuyá como materia prima

| Parámetro | Valoración |
|-------------------|-------------------|
| Color | Amarillo Verduzco |
| Brix | 14 |
| pH del jugo | 2,9 |
| Acidez | 3,2 |
| Índice de madurez | 4 |

Fuente: Rivadeneira 2004

De acuerdo a Gómez (1995), se describe como variedad de producción única en el Perú a *Passiflora edulis* F. *flavicarpa* Deg ó maracuyá, cuyas características son:

- Los frutos redondos de 4 – 8 cm de diámetro,
- La cáscara es dura y de 3 – 10 mm de grosor
- La pulpa es blanca amarillenta, espaciosa y ácida con semillas de color marrón oscuro.
- Los tallos, hojas y zarcillos de la planta presentan un color rojizo, rosado o púrpura cuando maduran son de color amarillo claro.
- Puede llegar a pesar hasta 100 gramos.

Siendo las condiciones climatológicas ideales para Perú, en regiones que oscilen entre los 21°C y 32°C y hasta alturas de 1 000 msnm, cultivándose en suelos con un mínimo de 1 metro de profundidad y con buen drenaje. El maracuyá en Perú comienza a producir entre los 7 y 12 meses después de la siembra, dependiendo de la zona de producción y temperatura presentada. El período de la cosecha es diverso, en el caso de la costa norte ocurre todo el año.

De acuerdo a Mazza (2002), son tres los elementos que están en mayor contenido en las frutas las cuales son la pectina, celulosa y hemicelulosa. Las sustancias pécticas forman parte de la pared celular vegetal y tienen como función el unir los espacios

intracelulares de la fibra de las frutas. La corteza del maracuyá, particularmente el endocarpio, es una de las principales materias primas, para la producción de pectina. El contenido de pectina de la corteza del maracuyá oscila entre el 12 y el 15 % del peso seco.

2.2.2. Pectina

1. Definición y obtención

Según el autor Charley (1992), las pectinas son ácidos pectínicos de alto peso molecular o polímeros del ácido galacturónico esterificados con alcohol metílico.

De acuerdo al autor Devia (2003), la pectina es un sólido, el cual se encuentra en las cáscaras de frutas como un sólido viscoso el cual a partir de procesos industriales y con la combinación de diferentes insumos se convierte en un sólido elástico es decir un gel, uno de estos insumos es el ácido el cual se adhiere a la cáscara por medio de una hidrólisis ácida, que proporciona iones de hidrogeno los cuales ayudan a que las moléculas de pectina dejen de estar dispersas unas con otras y se concentren formando una pectina más compacta.

El azúcar efectúa la gelificación disminuyendo la actividad del agua. La proporción protopectina, pectina y ácido pectico en una fruta varía con su madurez, la protopectina insoluble predomina en la fruta no madura es decir la obtención de la pectina se realiza más fácilmente. La protopectina produce una pectina que se puede separar lavando la cáscara de la fruta con agua caliente. A medida que la fruta se acerca a la madurez, el contenido de protopectina disminuye y predomina la pectina dispersible en el agua, lo cual hará que se requiera de mayor cantidad de alcohol y agua para su extracción. La jalea que se forme de la pectina extraída aumenta mientras mayor sea la cantidad de ácido galacturónico en su contenido, lo cual hace al ácido galacturónico componente fundamental en la calidad de la pectina.

El autor Belitz (1997) dice que, las pectinas son muy abundantes en todo el reino vegetal. La extracción se lleva a cabo a pH 1,5 – 3 y 60°C – 100°C. Este proceso es muy delicado e influye en la calidad de los extractos de pectinas que se obtengan. Un mayor o menor periodo de tiempo de secado de la cáscara a una temperatura muy elevada puede incurrir en menos cantidad de pectinas debido a la evaporación de esta por las altas temperaturas o en el caso de una temperatura muy baja, se llega a obtener pectinas de muy baja calidad y muy colorada dependiendo de la fruta de la cual se extrae. Las pectinas de mayor calidad se obtienen por una precipitación con alcohol etanol, se puede volver a precipitar la cáscara con alcohol una o dos veces más.

Devia (2003) afirma, que las pectinas son productos químicos que se obtienen de materias primas vegetales, principalmente frutas, se usan en varias industrias,

especialmente en la de alimentos para darles propiedades de gel a los productos como estabilizantes y conservadores.

2. Características

- Propiedad única de formar geles extendibles en presencia de azúcar y ácido. (Elasticidad), espesante
- El contenido de ácido galacturónico no debe ser menor del 65 %.
- El contenido de metoxilo no debe ser menor de 7 % (para gelificación rápida).

3. Propiedades

- Peso Molecular.- Se encuentra en un amplio intervalo entre 2.500 a 1.000.000 g/mol según la fuente de extracción y de los derivados de las sustancias pécticas encontradas.
- Solubilidad en el agua.- La pectina purificada y seca, es soluble en agua caliente (70 – 80 °C) hasta 2 a 3 % formando grumos viscosos por fuera y secos por dentro. Debe estar plenamente disuelta para evitar la formación heterogénea del gel.
- Acidez.- Las soluciones de pectinas son estables bajo condiciones ácidas (entre pH 3.2 – 4.5) incluso a altas temperaturas, también por algunas horas a temperatura ambiente bajo condiciones más alcalinas, pero degrada rápidamente a altas temperaturas.
- Viscosidad.- Las soluciones de pectina pueden presentar valores de viscosidad altos y bajos, según la calidad y materia prima utilizada en la extracción. Aquellas cuya viscosidad es más alta son empleadas para la elaboración de mermeladas. Las soluciones de pectina generalmente muestran viscosidades más bajas en comparación con otras gomas y espesantes. Concentraciones diferentes de azúcares o calcio, al igual que el pH afectan la viscosidad de diversas maneras.
- Estabilidad en solución.- La mayoría de las reacciones a las que se somete la pectina tienden a degradarla. La estabilidad máxima se obtiene a pH 4. La presencia de azúcar en la solución tiene un efecto protector, a temperaturas elevadas y valores de pH bajos aumenta el grado de degradación debido a la hidrólisis.

4. Usos

- Sector alimenticio
 - Producción de jaleas, mermeladas y compotas
 - Producción de jugos y néctares de frutas
 - Producción de helados

- En la elaboración de salsas, postres y jarabes saborizantes.
- Elaboración de pan, se usa el 5% de pectina con relación al peso de la harina.

Su uso principal es el de agente gelificante y conservante para el sector alimenticio. El uso de pectina en las jaleas de frutas tradicionales es una de las aplicaciones industriales, como en el caso de mermeladas, postres, bocadillos, yogures, helados, etc. También se utilizan las pectinas en la elaboración de flanes y glasés, los que actúan como espesantes; así como de coberturas en rellenos de repostería. Además, poseen gran capacidad para estabilizar emulsiones, suspensiones y espumas. Esta característica resulta ser de gran utilidad en la producción de bebidas frutales concentradas.

- Sector Cosmético

En el sector de cosmética se utiliza la propiedad tradicional de la pectina, que es la de formar geles. Los productos comerciales realizados a partir de estos son geles para cabellos y cremas.

- Sector Medicinal

- Se usa como potenciador y como prolongador en el efecto de ciertos antibióticos, hormonas y analgésicos
- Aunque también puede ser usado en el sector farmacéutico ya que la misma es capaz de aumentar la viscosidad y estabilizar emulsiones y suspensiones, pero se necesitara de exhaustivas pruebas para determinar la calidad de la pectina a extraer, debido a eso solo se incursionará en el sector alimenticio.

5. Vida útil

La vida útil de la pectina es de 18 meses, siempre y cuando se mantenga en un lugar fresco y seco, además de haber sido almacenado dentro de cajas cubiertas con bolsas de polietileno.

2.2.3. Concentración de pectina

De acuerdo a Charley (1992), las moléculas de pectina tienden a absorber agua debido al gran número de grupos polares que contienen. El agua del lavado sirve para separar las impurezas que pueda contener la cáscara, y también sirve para disolver el ácido y el azúcar, los cuales son componentes muy importantes en la formación del gel.

Según Fennema (2003), las pectinas nativas que se encuentran en las paredes celulares y en los espacios intercelulares de todas las plantas terrestres, son moléculas más complejas, que se convierten en los productos comerciales para extracción con ácidos. La pectina comercial se obtiene de las peladuras de los cítricos y de las manzanas. Las pectinas tienen la propiedad única de formar geles extendibles en presencia de azúcar y

ácido. Las composiciones y propiedades de las pectinas varían como la fuente de obtención, los tipos de procesado usados en su preparación y los tratamientos subsiguientes.

Se utiliza el método de extracción convencional usando ácido cítrico en el proceso de hidrólisis ácida, aunque existen otros métodos de extracción en los cuales el ácido usado para este proceso puede ser el clorhídrico, el sulfúrico o el nítrico; estos generan una menor calidad de la pectina, un color más oscuro y además el residuo que se obtiene del filtrado de la solución hidrolizada contiene una gran cantidad de estos ácidos, los cuales hacen más complicada su eliminación porque deben ser tratados para no generar problemas con el medio ambiente. Por último, a su vez el ácido cítrico es el más conveniente desde un punto de vista económico.

Este proceso de extracción convencional usa alcohol etanol de 95° para el proceso de precipitado, el cual tiene un menor impacto negativo en el ambiente frente a otros métodos que usan diferentes tipos de sales o alcoholes para el proceso de precipitado. La más usada es la sal de aluminio o alcoholes como el butanol, propanol ó acetona, que requieren un almacenamiento más cuidadoso y los cuales después de finalizado el proceso no pueden ser reutilizados. Además, el uso de este tipo de sales y alcoholes aumenta el porcentaje de cenizas en el producto final. Por tal motivo, el uso de alcohol etanol en el precipitado debe ser el menor posible para no incurrir en grandes cantidades de etanol como deshecho y afectar lo menos posible el medio ambiente.

2.2.4. Descripción del proceso de extracción de pectina a partir de la cáscara de maracuyá

Guidi (2010), describe este método de extracción a escala de laboratorio, el cual se muestra a continuación:

1. Preparación de la materia prima:

El procedimiento comienza con el pesado de la cáscara de maracuyá utilizándose 75 g, esta cantidad se lavó, y se realizó el cortado en trozos pequeños de 1,5 cm de aproximadamente (con el fin de aumentar la superficie de contacto).

2. Inactivación de enzimas:

Esta cáscara cortada es sumergida en agua en una relación de 4 ml por 1 g de cáscara hasta ebullición por 10 min, esta cáscara finalmente es filtrada. Esta etapa se realiza con el fin de eliminar suciedades y microorganismos presentes en el endocarpio de la cáscara.

3. Hidrólisis ácida:

Se realiza la hidrólisis ácida añadiendo agua destilada en relación 3 lt por 1 gramo de cáscara a una temperatura de 50 – 80 °C por 10 ó 60 minutos, se debe realizar una agitación constante para evitar la sedimentación y degradación de la solución.

4. Filtración:

Esta solución es filtrada eliminando la cáscara y reteniendo el líquido, el cual se centrifugó a una velocidad de 3000 rpm durante 30 min, se retuvo el líquido superior y se enfrió hasta alcanzar 4°C.

5. Precipitación:

En la precipitación se utiliza un volumen del 96% de etanol por volumen de solución extraída durante 1 hora, se agrega lentamente a la solución con agitación constante y se deja en reposo durante una hora. La adición de etanol, rápidamente puede precipitar sustancias no deseadas.

6. Filtración:

Al culminar la hora de precipitación la solución de pectina se filtra y se prensa, reteniendo el precipitado y eliminando toda la cantidad posible de líquido.

7. Secado:

Esta pectina en forma de gel es colocada en una bandeja de secado, y llevada a una estufa con flujo de aire a 60 °C durante 8 horas o hasta que el peso sea constante, una vez seco se molió y registró el peso.

El diagrama de flujo del proceso de extracción de pectina, se muestra en la siguiente figura 02:

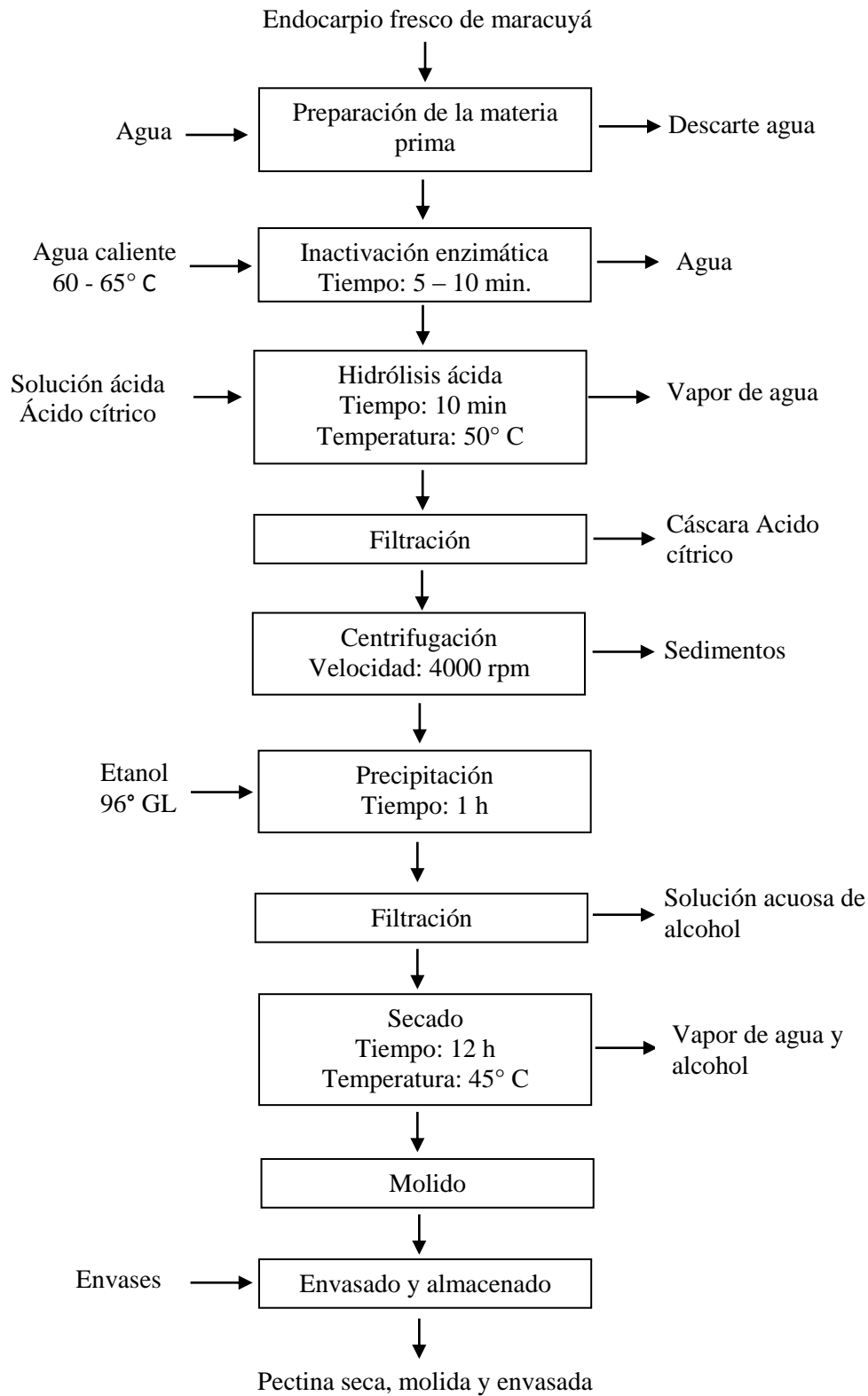


Figura 02. Diagrama de flujo del proceso de extracción de pectina
Guidi 2010

2.2.5. Obtención de pectina: aplicación del método Taguchi

Según Miranda (2006), el método Taguchi es una herramienta diseñada para realizar experimentos y determinar los factores significativos que lo afectan, se basa en diseñar productos y procesos. El método Taguchi pone mucha importancia en la reducción de la variabilidad de procesos; es decir procesos más robustos y menos susceptibles a cambios.

Este método trabaja con factores y niveles, los cuales son escogidos previamente, evaluándose el efecto que producen estos factores y niveles en la variable de respuesta a través de cada prueba experimental.

Esta herramienta en lugar de concentrarse en las variables del proceso, se encarga de ajustar variables que producen ruido, el ruido se define como aquellas variables que son difíciles de controlar y que afectan al proceso, en conclusión un proceso robusto minimiza la posibilidad de falla buscando una mínima variación en las características de calidad importantes para el cliente y en consecuencia se minimiza el costo de calidad.

En la siguiente figura 03, se muestra las entradas y salidas en la aplicación del método Taguchi.

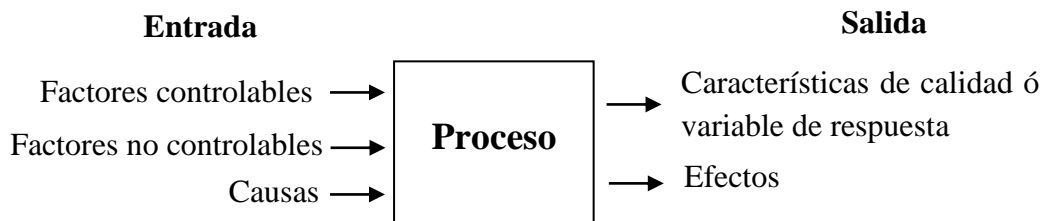


Figura 03. Entradas y salidas en el método Taguchi

Miranda 2006

Medina (2007) afirmó, que la importancia de la metodología de Taguchi y sus fortalezas son las siguientes:

- Enfatiza en la calidad durante la etapa de diseño del proceso
- Reconoce la importancia relativa de los factores que influyen en el desempeño de los procesos.
- Enfatiza en la reducción de la variabilidad, por medio del uso de la razón señal – ruido.
- Se concentra en el concepto de diseño de parámetros que sirvan para disminuir la variabilidad en el desempeño de los productos.
- Puede ser utilizado en el mejoramiento de procesos y productos ya existentes.

Entre los objetivos del experimento pueden incluirse:

- Determinar cuáles factores tienen mayor influencia en la salida del proceso (Y).

- Determinar el mejor valor de las X que influyen en la salida del proceso, de manera que Y tenga un valor cercano al valor deseado.
- Determinar el mejor valor de las X que influyen en Y , de modo que se minimicen los efectos de los factores no controlables Z .

2.2.5.1. Diseños Factoriales 2^k

Hurtado (2008), indica que el objetivo de un diseño factorial es estudiar el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas y determinar una combinación de niveles de los factores en la cual el desempeño del proceso sea mejor que en las condiciones de operación actuales. El diseño de experimentos factorial o arreglo factorial es el conjunto de tratamientos que pueden formarse considerando todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores. Por ejemplo: con $K = 2$ factores (Donde $K =$ número de factores), ambos con dos niveles de prueba, se forma el diseño factorial $2 \times 2 = 2^2$, que consiste de 4 combinaciones o tratamientos.

En un diseño factorial 2^k se consideran K factores con dos niveles cada uno, y se tienen 2^k tratamientos. Las k columnas y 2^k renglones (tratamientos) se pueden construir de la siguiente manera: en la primera columna, que corresponde a los niveles del factor A, se alternan signos “+” y “-”, empezando con -, hasta llegar a los 2^k renglones; en la segunda columna se alterna dos signos “-” con dos signos “+”, en la tercera columna cuatro signos “-”, y así sucesivamente, hasta la k -ésima columna. En la tabla 02 se muestra un diseño factorial 2^3 .

Tabla 02. Signos para el diseño factorial 2^3

| A | B | C | AB | AC | BC | ABC | Resultado |
|---|---|---|----|----|----|-----|-----------|
| - | - | - | + | + | + | - | Y_1 |
| + | - | - | - | - | + | + | Y_2 |
| - | + | - | - | + | - | + | Y_3 |
| + | + | - | + | - | - | - | Y_4 |
| - | - | + | + | - | - | + | Y_5 |
| + | - | + | - | + | - | - | Y_6 |
| - | + | + | - | - | + | - | Y_7 |
| + | + | + | + | + | + | + | Y_8 |

Fuente: Hurtado 2008

Con el diseño factorial completo 2^k se pueden estudiar en total 2^{k-1} efectos siguientes:

$$\binom{k}{1} = k, \text{ efectos principales}$$

$$\binom{k}{2} = \frac{k!}{2!(k-2)!} = \frac{k(k-1)}{2}, \text{ interacciones dobles}$$

$$\binom{k}{3} = \frac{k!}{3!(k-3)!}, \text{ interacciones triples}$$

$$\binom{k}{k} = 1, \text{ interacciones de los } k \text{ factores}$$

Las interacciones que son de interés son las dobles y los efectos principales, las interacciones de mayor grado no solo porque casi nunca se llegan a dar interacciones de más de 2 letras y además se puede llegar a la misma conclusión usando solo las interacciones dobles y efectos principales ahorrándose menos corridas experimentales.

2.2.5.2. Arreglo ortogonal: Diseño factorial fraccionado 2^{k-p}

De acuerdo a Wu (1996), el arreglo ortogonal es una herramienta ingenieril que simplifica y en algunos casos elimina gran parte de los esfuerzos de diseño estadístico, siendo una forma de examinar simultáneamente muchos factores a bajo costo. Este arreglo ortogonal permite evaluar qué tan robustos son los diseños del proceso y del producto con respecto a los factores de ruido.

Según Hurtado (2008), al aumentar el número de factores en el diseño 2^k crece rápido el número de tratamientos y por lo tanto de corridas experimentales, lo cual puede consumir muchos recursos, por ejemplo para $k = 7$ factores implica correr 128 tratamientos, prácticamente no es posible hacer tantas corridas experimentales, porque además de costoso es innecesario. De acuerdo al número de factores y del costo de cada corrida experimental en ocasiones es necesario correr una fracción más pequeña del diseño factorial completo 2^k , una estrategia que reduce de manera importante el número de información valiosa consiste en construir diseños factoriales fraccionados lo cuales permiten reducir el número de corridas experimentales y al mismo tiempo obtener la información acerca de los efectos considerados relevantes.

El diseño factorial fraccionado 2^{k-p} es una fracción del diseño factorial completo 2^k . Para construir un diseño factorial 2^{k-p} , se eligen “ p ” generadores iniciales, siendo interacciones del más alto orden, de manera que todos sus productos también sean interacciones de alto orden. Una vez elegidos los p generadores, el diseño se construye en dos pasos: Se escribe el diseño 2^{k-p} como si fuera un factorial completo para $k-p$ factores. Para los últimos p factores las columnas de signos se obtienen multiplicando las columnas que indican los generadores. La resolución IV, indica que en la relación definitoria, es decir en los generadores que se obtienen de cada factorial fraccionado, los efectos más pequeños poseen 4 letras. Por ejemplo el diseño 2^{7-3} , presenta como generador I = ABCE, el cual posee 4 letras.

La tabla de los “*p*” factores que se utilizan de acuerdo al diseño factorial fraccionado elegido se observa en la siguiente tabla 03:

Tabla 03. Factoriales fraccionados con resolución IV

| Factores | Diseño | Generadores |
|----------|-----------|--|
| 4 | 2^{4-1} | $D = \pm ABC$ |
| 5 | 2^{5-1} | $E = \pm ABCD$ |
| 6 | 2^{6-1} | $F = \pm ABC$ |
| 6 | 2^{7-1} | $E = \pm ABC, F = \pm BCD, G = \pm ABCDEF$ |
| 7 | 2^{7-2} | $F = \pm ABC, G = \pm ABDE$ |
| 7 | 2^{7-3} | $E = \pm ABC, F = \pm BCD, G = \pm ACD$ |
| 8 | 2^{8-2} | $G = \pm ABCD, H = \pm ABEF$ |
| 8 | 2^{8-3} | $F = \pm ABC, G = \pm ABD, H = \pm BCDE$ |
| 8 | 2^{8-4} | $E = \pm ABD, F = \pm ACD, G = \pm ABC, H = \pm BCD$ |
| 9 | 2^{9-3} | $G = \pm ABCD, H = \pm ACEF, J = \pm CDEF$ |
| 9 | 2^{9-4} | $F = \pm BCDE, G = \pm ACDE, H = \pm ABDE, J = \pm ABCE$ |

Fuente: Hurtado 2008

El diseño factorial fraccionado que se usará para el presente diseño experimental es el 2^{7-4} (7 factores y 4 generadores), es decir que se usará una fracción 1/16 del diseño factorial completo 2^7 . Este diseño 2^{7-4} es igual a $2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$, siendo por lo tanto 8 los tratamientos que se deberán llevar a cabo. Por esta razón, también es llamado un arreglo ortogonal. La siguiente tabla 04 muestra el arreglo ortogonal L8 por tener 8 tratamientos:

Tabla 04. Arreglo Ortogonal L8 (Diseño factorial fraccionado 2^{7-4})

| Número de corrida | Número de columnas | | | | | | |
|-------------------|--------------------|---|---|---|-----------|-----------|-----------|
| | C | B | D | A | $E = ABD$ | $F = ACD$ | $G = ABC$ |
| 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | + | + | + | + |
| 3 | - | + | + | - | - | + | + |
| 4 | - | + | + | + | + | - | - |
| 5 | + | - | + | - | + | - | + |
| 6 | + | - | + | + | - | + | - |
| 7 | + | + | - | - | + | + | - |
| 8 | + | + | - | + | - | - | + |

Fuente: Hurtado 2008

Siendo las interacciones: $I = ABDE, I = ACDF, I = ABCG$, al no existir un factor *H* no se usa la última interacción $I = BCDH$.

La aplicación de este método Taguchi en el diseño experimental para la obtención de pectina es importante porque permitirá encontrar el valor óptimo de los factores utilizados en el proceso de extracción de pectina (T° de hidrólisis, tiempo de hidrólisis, cantidad de agua en el proceso de hidrólisis, pH requerido, cantidad de alcohol en la precipitado, tiempo de precipitado y tiempo de secado de la pectina), de esta manera se podrá reducir la variabilidad y determinar cuáles son los factores que generan ruido, es decir aquellos que tienen una mayor influencia en el rendimiento y calidad de la pectina obtenida; además, al utilizar este método se reducirá el número de experimentos realizados enfocándose sólo en aquellos ensayos que son significativos para el proceso.

III. Materiales y Métodos

3.1. Lugar de ejecución

La extracción de la pectina así como su acondicionamiento previo se realizó en los laboratorios de Físico - Química y la planta piloto de ingeniería agrícola de la UNPRG – Lambayeque (Ver anexo 02 y 05).

3.2. Materiales

3.2.1. Materia Prima

La materia prima utilizada para la extracción de pectina fue la cáscara de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis var. flavicarpa Degener*) procedente de la agroindustria AIB ubicada en Motupe, obtenida como desecho industrial del pulpeado de la maracuyá para la elaboración de jugo. En la siguiente tabla 05 se muestra los resultados de los análisis efectuados a la cáscara de maracuyá lavada y en polvo, de la variedad *Passiflora edulis* F. *flavicarpa* Deg, obtenida de la Agroindustria AIB, recopilada entre Diciembre 2010 – Mayo 2011.

Tabla 05. Composición proximal de la cáscara de maracuyá (%)

| Componentes | Cáscara (Lavada) | Cáscara (Seca) |
|---------------|------------------|----------------|
| Humedad | 84,00% | 7,00% |
| Proteína | 1,15% | 3,90% |
| Lípidos | 0,21% | 0,89% |
| Cenizas | 7,22% | 9,00% |
| Carbohidratos | 1,14% | 56,21% |
| Fibra | 6,28% | 23,00% |

Se observa un alto contenido de carbohidratos en base seca 52,76% a comparación de la cáscara después de lavada, un contenido de proteínas de 1,15% mínimamente mayor al obtenido por Marcelo (2002) de 0,42%, lo cual significa una mayor presencia de

residuos nitrogenados en la cáscara, y una cantidad mínima de lípidos de 0,21% en la cáscara lavada y de 0,89% en la cáscara seca en polvo.

3.2.2. Reactivos, equipos utilizados y materiales de laboratorio

Los reactivos, equipos y materiales de laboratorio que se utilizaron tanto para la caracterización de la materia prima, proceso de extracción y análisis del producto terminado se muestran en la tabla 06.

Tabla 06. Reactivos, proceso de extracción y equipos utilizados.

Reactivos

Caracterización de la materia prima y producto terminado

- Agua Destilada
- Ácido Sulfúrico
- Catalizador (Sulfato de cobre y sulfato de potasio proporción de 1 a 9)
- Ácido bórico
- Hidróxido de sodio (40%)
- Indicador tachiro
- Ácido Clorhídrico 0,2 N
- Ácido Clorhídrico 0,1 N

Proceso de extracción:

- Ácido cítrico
- Agua
- Alcohol Etanol 96°
- Agua destilada

Equipos Utilizados

- Balde de plástico de capacidad 5 lt
- Cuchillo de acero inoxidable
- Olla de capacidad 2 lt
- Colador metálico
- Hornilla Eléctrica
- Secador de túnel. De flujo 2 kg de capacidad. Temperatura 40°C. Velocidad de aire 500 m³/hr.
- Bandejas de mallas metálicas
- Bandejas de acero inoxidable
- Molino de martillos
- Balanza analítica. Capacidad de 2 000 g y una exactitud de 0,0001 g
- Balanza eléctrica. Capacidad 1 000 g y exactitud $\pm 0,1$ g
- Estufa, mufla, destilador simple, bomba de vacío, embudo buchner, equipo tipo Soxhlet y pH metro

Materiales de laboratorio

- Termómetro de sodio, vaso de precipitación, placas petri, crisol, matraz, valón volumétrico, pipeta, bureta, bagueta y papel filtro
-

3.3. Análisis Efectuados

3.3.1. Materia prima

- Cáscara lavada
- Cáscara en polvo

El análisis proximal de materia prima se realizará haciendo uso de los procedimientos de humedad, ceniza, proteínas, grasa, fibra descritos en la norma de la Asociación Internacional de analistas químicos (A.O.A.C) se hace uso de esta norma porque los pasos a seguir para diversos análisis tanto de frutas, hortalizas, lácteos, carnes, etc han sido validados internacionalmente y son procedimientos muy confiables.

3.3.1.1. Porcentaje de humedad:

Se determina la humedad por duplicado llevando dos placas petri con unas muestras de 5 gramos en cada placa a una estufa a una temperatura de 110°C hasta peso constante.

3.3.1.2. Cálculo de cenizas:

El cálculo de las cenizas se realiza usando un crisol a temperatura de 600°C por 3 horas en una mufla, después de observar un peso constante se muele usando un matraz y se calcula su peso en la balanza.

3.3.1.3. Determinación de proteínas:

- Digestión
 - Pesar 0,3 g de muestra homogenizada en caso de ser rica en proteínas (mayor 20%), ó pesar 1 g en caso de ser menor de 20%.
 - Adicionar 5 ml de ácido sulfúrico concentrado y 1 g de catalizador (sulfato de cobre y sulfato de potasio en una proporción de 1 a 9) en un balón volumétrico.
 - Llevar el balón volumétrico a una estufa y calentar hasta que la solución muestre un color verde claro; esta solución resultante se llama sulfato de amoníaco.
- Destilación
 - Combinar en un matraz 15 ml de ácido bórico (4%) con 3 gotas de indicador tachiro el cual está compuesto por azul de metileno y verde de bromo crisol, la solución resultante toma un color rojo.
 - Encender el equipo de destilación
 - En un erlenmeyer agregar 100 ml de agua destilada con la muestra de sulfato de amoníaco después se combina 50 ml de agua destilada y se agita hasta presentar un color rosado

- Adicionar 10 ml de hidróxido de sodio (04%) con el sulfato de amoniaco en otro erlenmeyer.
- Encender el mechero para proporcionar calor a la combinación de hidróxido de sodio con sulfato de amoniaco (debe tener un color café y la solución en el matraz un color verde con un pH de 7) el proceso tiene una duración aproximada 8 min.

▪ Titulación

- Se combina en un matraz ácido bórico, ácido clorhídrico 0,02 y la solución verde de la destilación, se usa una cantidad de agua destilada hasta que haya un cambio de color de verde a rojo.
- Anotar gasto.

$$\% \text{ Proteinas} = \frac{\text{Gasto HCl } 0,02 \text{ N} \times 0,014 \times 100}{\text{Peso de la muestra}} \times 6,25$$

Donde:

0,014 = Factor de nitrógeno

6,25 = Factor de conversión

Se utiliza el factor 0,014 porque es el mili equivalente del nitrógeno, según el método utilizado lo que se obtiene de este proceso es nitrógeno y se debe multiplicar por un factor de conversión 6,25 para obtener el valor de la proteína, este factor de conversión es universalmente reconocido. Según Pearson (1976), el método utilizado determina la proteína “bruta” o materia nitrogenada total. Esta se calcula multiplicando el nitrógeno total (N) por un factor empírico y el resultado se expresa como proteína (N x 6,25). Este factor se ha calculado considerando los componentes básicos de un gran número de muestras de varios alimentos. El factor general empleado es el de 6,25.

3.3.1.4. Determinación de grasas totales

- Pesar 10 g de cáscara seca y envolverla en un cartucho
- Se lleva al extractor tipo Soxhlet.
- Pesar el balón vacío, en el cual posteriormente se depositará la grasa y anotar el peso.
- Fijar el balón a la parte inferior del Soxhlet (Para disminuir la humedad del balón volumétrico se lleva a la estufa a 95°C por 10 minutos.
- Se agrega 250 ml de hexano por la parte superior del Soxhlet hasta llegar al balón volumétrico.
- Por la parte superior del Soxhlet se usa agua como refrigerante activando la palanca.
- Colocar la hornilla eléctrica en la parte inferior del Soxhlet y el balón volumétrico encima y encender la hornilla.

- El hexano debe sobrepasar a la muestra que se encuentra en la parte media de Soxhlet por 10 – 12 veces (Se agrega hexano en caso de llegarse a secar).
- Terminado el promedio de 10 – 12 veces, se apaga la hornilla y se espera que el hexano baje al balón volumétrico. (El hexano en la parte inferior del balón debe mostrar un color amarillo total).

$$\% \text{ Grasa} = \frac{BG - B}{W} \times 100$$

Donde:

B = Peso del balón vacío

BG = Peso del balón más la grasa

W = Peso de la muestra

3.3.1.5. Determinación de Fibra

- Pesar 2 g de muestra desgrasada y agregarla en un erlenmeyer de 1 litro
- Agregar 200 ml de ácido sulfúrico al 1,25%, que debe haber sido calentado hasta ebullición.
- Añadir unas gotas de agente anti espuma (pilas de vidrio) y calentar hasta ebullición.
- Hervir durante 30 min. Rotar periódicamente el erlenmeyer para mezclar el contenido y desprender las partículas de la pared.
- Filtrar el contenido del matraz a través de un embudo buchner con un papel filtro mojado.
- Arrastrar por lavado la muestra de nuevo hacia el erlenmeyer utilizando hidróxido de sodio al 1,25% y calentar hasta ebullición.
- Hervir durante 30 min.
- Lavar el material insoluble con agua hirviendo en combinación con ácido clorhídrico al 1%.
- Lavar dos veces con alcohol
- Lavar tres veces con acetona
- Transferir todo el material insoluble a un crisol de vidrio.
- Desecar a 100°C en la estufa hasta peso constante.
- Pesar la muestra en el crisol.
- Incinerar en el horno mufla a 550°C durante 1 hora
- Enfriar el crisol en el desecador y volver a pesar

$$\% \text{ Fibra} = \frac{P_1 - P_2}{P_0} \times 100$$

Siendo:

P_0 = Peso en g de la muestra

P_1 = Peso en g de crisol + residuo desecado a 110°C

P_2 = Peso en g de crisol + residuo calcinado

3.3.1.6. Determinación de Carbohidratos

Se determina por diferencia de los demás análisis del producto

3.3.1.7. Sólidos solubles (Brix)

Deben ser reducido para eliminar el contenido de azúcares, colorantes, pectinas solubles, etc.

3.3.2. Características de la pectina

3.3.2.1. Rendimiento en peso:

Se determina por la relación del peso de pectina obtenida (W_2) y el peso de la cáscara procesada (W_1) mediante la siguiente expresión:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{W_2}{W_1} \times 100$$

3.3.2.2. pH:

Se determina mediante el uso de un pH – metro, calibrando con el pH de una solución de pectina en agua destilada al 1 %.

3.3.2.3. Grado de esterificación:

Depende del contenido de metoxilos y Ácido galacturónico

$$E = \frac{A \times 176 + 100\%}{C \times 31}$$

E = Grado de Esterificación

A = Porcentaje de metoxilo

C = Porcentaje de ácido galacturónico en la muestra.

3.3.2.4. Temperatura, tiempo y grado de gelificación:

Para pectinas de bajo metoxilos se elabora 3 geles compuestos por pectina, sacarosa y calcio, en una relación de 15 mg de cloruro de calcio por cada gramo de pectina y se adiciona sacarosa a diferentes rangos de grados ° Brix (35 – 45, 45 – 55, 55 – 65).

- Disolver 2,165 gramos de pectina en 205 ml de agua destilada
- Adicionar 15 gramos de cloruro de calcio y 15 gramos de sacarosa
- Agitar 2 minutos para mezclar bien los sólidos.

- Calentar hasta ebullición agitando continuamente, conservando el calentamiento y la agitación se adiciona la sacarosa restante midiendo continuamente los Brix hasta alcanzar los rangos mencionados.
- La mezcla se vierte en vasos y se deja en reposo hasta gelificación.
- La temperatura y el tiempo de gelificación se definen como los valores en que se observa la primera señal de gelificación. Para determinar el grado de gelificación se usa un viscosímetro Saybolt.

3.3.2.5. Determinación de grupos metoxilos (Método USP)

- Transferir 5 g de pectina sólida precipitada a un matraz y agitar por 10 minutos con una mezcla de 5 ml de HCl y 100 ml de alcohol al 60%.
- Transferir a un filtro de vidrio (Crisol de 30 o 60 ml tipo Buchner) y lave con 6 porciones de 15 ml de la mezcla de alcohol al 60% y HCl, seguido por alcohol al 60% hasta que el filtrado esté libre de cloruros.
- Finalmente lavar con 20 ml de alcohol, secar durante una hora a 105°C, enfriar y pesar.
- Transfiera un décimo del peso total neto de la muestra seca (que es 500 ml de la muestra original no lavada) a un matraz cónico de 250 ml y humedezca con 2 ml de alcohol.
- Añada 100 ml de agua destilada libre de CO₂ y luego agite hasta que la pectina se disuelva.
- Añadir 5 gotas de fenolftaleína TS, titular con NaOH 0,5 N y registre el resultado como la titulación inicial. Añada 20 ml de NaOH 0,5 N, inserte la tapa, agite vigorosamente y deje reposar por 15 min.
- Añada 20 ml de HCl 0,5 N y agite hasta que el color rosado desaparezca. Añada fenolftaleína y titular con NaOH 0,5 N hasta que aparezca un color rosado que persista luego de una agitación vigorosa, registre este valor como titulación de saponificación.
- Cada mililitro de NaOH 0,5 N utilizado en la titulación de saponificación es equivalente a 15,22 mg de metoxilos (-OCH).

3.3.2.6. Contenido de ácido galacturónico:

Cada ml de NaOH 0.5 N usado en la titulación total (titulación inicial + titulación de saponificación) es equivalente a 97.07 mg de ácido galacturónico (C₆H₁₀O₇).

En la figura 04, se presenta el esquema experimental a seguir para la obtención de pectina y por cada proceso se muestra las variables y factores a seguir.

| Cáscara | Lavado | Cortado | Escaldado | Secado | Molienda | Hidrólisis | Precipitado | Secado | Molienda |
|---|--------------------|----------------------------------|---|---|--|--|--|------------------|---|
| Composición Proximal | Agua (T° Ambiente) | Cuchillo de acero inoxidable | Hornilla Eléctrica T = 90° C Cáscara: Agua 3 g/10ml t = 5 min | Secador de túnel T = 40° C t = 4 hr | Molino de martillo Tamiz t = 10 mm | Hornilla Eléctrica Relación Cáscara/ agua: 1/20 – 1/22 pH = 2,0 – 3,0 t = 30 min – 80 min | Alcohol Etanol 96 Relación: Alcohol 40% - 60% | Secador de túnel | Composición proximal Caracterización de la pectina en polvo. |
| Humedad Ceniza Proteína Grasa Fibra Carbohidrato | | Tamaño de las partículas 1 cm | Humedad Cenizas Peso | Peso Humedad | Tamaño de las partículas | Control de los parámetros Claridad del extracto | Color del coagulo | Peso Humedad | Composición química A.U.A Grado de esterificación Cont. Metoxilo Rend. Pectina T° y tiempo de gelificación pH Grado de gel |

Figura 04. Esquema Experimental para la obtención de pectina

3.4. Proceso de extracción de pectina a nivel de laboratorio

3.4.1. Proceso de Pre tratamiento o acondicionamiento de la materia prima

El proceso de pre tratamiento o acondicionamiento se llevó a cabo en la planta piloto de la facultad de ingeniería agrícola de la UNPRG. Para mejorar el proceso de extracción de pectina se realizan 5 procesos previos a la hidrólisis ácida. El proceso de selección de materia prima cumple una gran importancia en el proceso de extracción, debido a que se debe seleccionar una cáscara que se encuentre en un estado de madurez intermedia. Por su parte, el lavado se realiza con el fin de eliminar microorganismos presentes en la cáscara que pueden afectar la calidad de la pectina. Así mismo, para que la pectina no adquiera un mal sabor u olor, el cortado se efectúa para que el tamaño de partícula sea uniforme. El escaldado cumple la función de inactivar enzimas pécticas para controlar la proliferación de microorganismos que puedan degradar la materia prima. Por último, para un mejor y prolongado almacenamiento de la materia prima, se seca y muele la cáscara hasta volverla polvo, aumentando la superficie de contacto en el proceso siguiente de hidrólisis. Pre tratamiento o acondicionamiento de la cáscara:

1. Materia Prima

La materia prima es cáscara triturada proveniente del proceso de extracción industrial de pulpa de maracuyá en la agroindustria AIB, se elige una cantidad de cáscara de 2 000 g siendo la recomendada para la caracterización de la materia prima y obtención de pectina.

2. Lavado

Se realiza de 3 a 4 lavados continuos con agua a la materia prima (Cáscara de maracuyá), para hacer una eliminación preliminar de los sólidos ubicados en la corteza de la cáscara y sus impurezas usándose aproximadamente 4 L de agua potable.

3. Cortado

Después del lavado y seleccionado de la cáscara de maracuyá se procede a cortarse en pequeños pedazos de 1 cm, usando un cuchillo de acero inoxidable, con el propósito de aumentar el área de contacto entre la cáscara de maracuyá y los siguientes procesos de extracción.

4. Inactivado de enzimas pécticas (Escaldado)

Este proceso es similar a un segundo lavado el cual consiste en inactivar las enzimas pécticas, eliminar los microorganismos que no han sido eliminados en el lavado y evitar que la pectina se degrade, además inhibe las reacciones oxidativas y evita así cambios indeseables en el color y sabor. Según Devia (2003) se utilizará 3 gramos por cada 10

mililitros de agua. Se usara una hornilla en donde se calentará previamente agua hasta una temperatura de 90°C, después se agrega a la olla la cáscara de maracuyá dentro de un colador metálico por un tiempo de 5 min, este método es el usado tradicionalmente el cual genera un mayor porcentaje de pectina en la cáscara a comparación del método con arrastre de vapor, por último después de transcurrido el tiempo el agua se decanta y la cáscara queda lista para el siguiente proceso.

5. Escurrido

Después del proceso de escaldado la cáscara se encuentra con un gran porcentaje de humedad por este motivo se realiza el proceso de escurrido en el cual se hace reposar a la cáscara sobre mallas hasta temperatura ambiente para dejar escurrir parte del agua y disminuir el exceso de humedad. La cantidad de 2 000 g de cáscara de maracuyá después del inactivado y escurrido, es de 2 700 g de maracuyá (92% humedad), aumentando debido al exceso de agua presente en la cáscara cortada.

6. Secado

Se realiza este secado previo a la extracción porque la cáscara tiene un porcentaje alto de humedad 92%, según Marcelo (2002) en su estudio fisicoquímico de la obtención de pectina de la maracuyá. Lo cual afectaría notablemente en el rendimiento de la pectina, además el almacenamiento sería muy complicado porque este alto porcentaje de humedad traería consigo el desarrollo de hongos y microorganismos, además de mosquitos y también se desarrollaría la enzima pectinasa la cual degrada el contenido de pectina en la maracuyá. Por último se realiza un análisis de la humedad final de la cáscara la cual debe estar entre el (12% - 15%). Previo al secado se realiza un análisis de humedad a la cáscara para determinar la cantidad de agua con la cual entra al secador de túnel siendo de 92% aproximadamente. Con el fin de disminuir la humedad se utiliza el secador de túnel a una temperatura de 40° C y a una velocidad de aire de 3 – 5 m/s, el tiempo de secado se determinó realizando cada hora cálculos en el peso de cada bandeja de mallas hasta mostrar un peso constante. Se distribuye equitativamente los 2 696 g de cáscara triturada en 04 bandejas (337 g/bandeja), el porcentaje de humedad antes del secado es de 92 %.

De una muestra de 2 696 g en la primera media hora se reduce a 1 720 g y sigue reduciéndose en las siguientes horas, hasta llegar a un peso constante de 260 g a las 12:00 pm es decir en promedio el proceso tendrá una duración de 4 horas (Ver anexo 02). El porcentaje de humedad que presenta la cáscara después del proceso de secado es de 7%.

7. Molienda

Se realiza para acondicionar a la cáscara de maracuyá, consiste en pulverizarla en un molino de martillo, con el fin de aumentar la superficie de contacto para el proceso de

extracción de pectina. Se elige un molino de martillo porque este genera una menor pérdida de cáscara en comparación al molino de discos o cuchillas, el molino de martillos tiene una eficiencia aproximadamente del 90% y los otros del 70%, esto se debe a que el molino de martillos utilizado tiene un mejor contacto con la cáscara y es más sencillo pulverizarla. La cantidad total de cáscara después de la molienda es de 260 g. Finalmente la cáscara ya está condicionada para el proceso de extracción, y puede ser almacenada por un tiempo mayor a un mes a temperatura ambiente.

3.4.2. Balance de materia prima en el pre – tratamiento o acondicionamiento de la cáscara

El balance de materia prima (cáscara de maracuyá) a escala de laboratorio, se presenta a continuación en la figura 05:

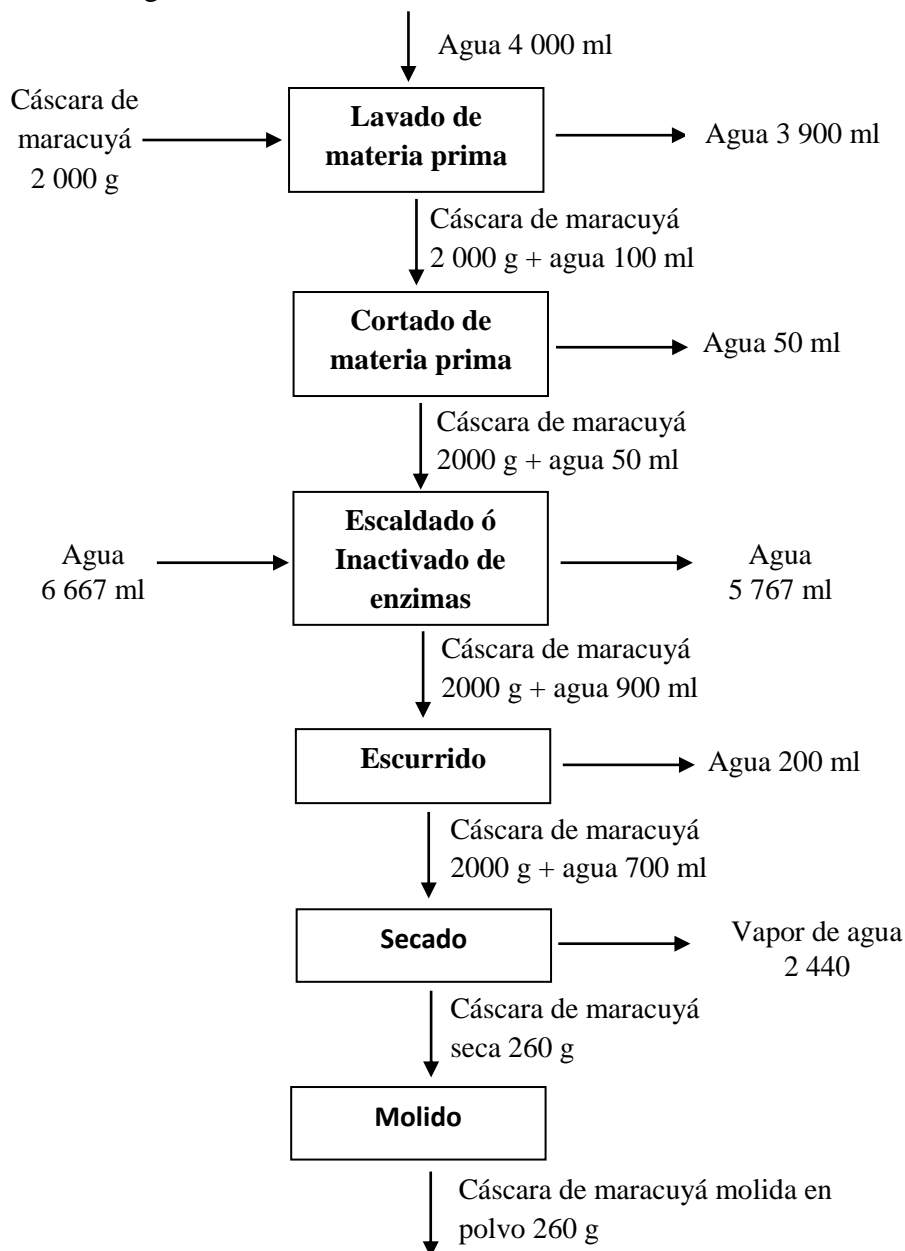


Figura 05. Balance de materia en el pre tratamiento de la cáscara de maracuyá

El balance de materia descrito es de importancia debido a que se podrá determinar la cantidad de cáscara seca que se podrá obtener de la cáscara de maracuyá como residuo, la cantidad de agua que se deberá utilizar para los procesos de lavado e inactivado enzimático y el agua residual generada después de estos procesos. El análisis físico – químico realizado a la cáscara de maracuyá posterior al proceso de pre - tratamiento (Ver anexo 03) muestra un alto contenido de carbohidrato en base seca 56,21%, y un contenido de proteínas de 1,15% mínimamente mayor al obtenido por Marcelo (2002) de 0,42%, lo cual significa una mayor presencia de residuos nitrogenados en la cáscara.

3.4.3. Proceso de extracción de pectina a partir de la cáscara de maracuyá

El siguiente proceso se realizó en el laboratorio de Físico – Química de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. (Ver anexo 01 y 05), además se usaron muestras de 10 gramos de cáscara de maracuyá seca (7% de humedad).

1. Hidrólisis ácida

Se utilizó un vaso de precipitación en el cual se adiciona una relación de materia/agua de 1/22 y 1/26 en estas concentraciones se realiza una mejor hidrólisis y la solubilidad de la cáscara es más eficiente entre estas cantidades de agua utilizadas, además facilita el proceso siguiente de filtración, menores cantidades de agua no permiten continuar con el proceso debido a la alta viscosidad de la solución péctica. Esta agua debe estar acidulada por tal motivo se usa ácido cítrico hasta el pH requerido, esta agua se calentó en una hornilla eléctrica hasta temperaturas entre los 50°C y 80°C, en ese momento se agregó la cáscara de maracuyá en polvo en pocas cantidades, y con una agitación constante utilizando una varilla de vidrio para que el material sólido no se deposite en la parte inferior del vaso, el tiempo de esta hidrólisis varía entre 30 – 80 min.

2. Filtrado

El filtrado se realiza utilizando un embudo buchner en el cual se coloca en la parte superior un papel filtro (de mayor porosidad) con este método se llega a realizar una mejor separación de bagazo (material sólido) del líquido en donde se encuentra contenida la pectina.

3. Precipitado

En la etapa de precipitado se utiliza el 80% ó 60% del volúmen respecto al filtrado obtenido, usando alcohol de 96°, el alcohol se agrega lentamente y con agitación constante y se deja en reposo durante un tiempo de 15 ó 60 min. Se utiliza un alcohol de 96° en comparación con otros alcoholes de menor grado puesto que producen un alto contenido de cenizas, además se ocasionan pérdidas en el proceso de filtrado y la pectina se hidrata mucho. El alcohol de 96° es el más eficiente generando una pectina húmeda mas cristalina.

4. Filtrado n°2

Se realiza en un embudo buchner colocando al igual que en el primer filtrado un papel filtro (de mayor porosidad) y haciendo pasar por acción de gravedad la concentración de etanol y pectina por el filtro quedando en la parte superior del filtro el contenido de pectina.

5. Secado

La pectina obtenida de la filtración se lleva a una estufa con flujo de aire a una temperatura de 50 °C y por un tiempo de 3 - 5 horas aproximadamente. Después del secado se realiza el pesado de la pectina para calcular el rendimiento de esta.

6. Molienda

Al término del secado la pectina se vuelve polvo usando un molino de discos, para su posterior embolsado. Para que una pectina muestre su poder gelificante, debe estar completamente disuelta, por esta razón es importante una molienda porque las capacidades de solubilidad y poder gelificante pueden ser limitadas por el tamaño del gránulo de pectina.

7. Embolsado

La pectina en polvo es embolsada en bolsas con cierre de polietileno herméticas. Los factores y niveles que se tomarán en cuenta para la realización de los análisis de laboratorio se indican en la siguiente tabla 07:

Tabla 07. Factores y sus niveles considerados en el diseño experimental L8(2⁷) aplicado al rendimiento de pectina

| Factores | Niveles | |
|--|----------------|-------------|
| 1 = Temperatura de hidrólisis (°C) | A1 = 50 °C | A2= 80 °C |
| 2 = Ph | B1 = 2,5 pH | B2 = 3,5 pH |
| 3 = Tiempo de hidrólisis (min) | C1 = 50 min | C2 = 80 min |
| 4 = Cantidad de agua en el proceso de hidrólisis | F1 = 1/22 | F2 = 1/26 |
| 5 = Alcohol etanol 96° GL (%) – Precipitado | D1 = 60 % | D2 = 80 % |
| 6 = Tiempo de precipitado (min) | F1 = 15 min | F2 = 60 min |
| 7 = Secado (hr) | G1 = 3 hr | G2 = 5 hr |

Los factores, como se aprecian en la tabla anterior, son 7 y poseen dos niveles cada uno (2⁷). Es decir, se deberían realizar un total de 64 experimentos, pero para hacer más

eficiente el proceso y reducir el número de experimentos se ha hecho uso del programa estadístico Statistica Versión n°10 y de la opción Diseño Robusto, el cual tiene por objetivos lograr productos y procesos robustos frente a las variabilidades, además, este diseño trabaja bajo el método Taguchi y la opción arreglo ortogonal, el cual es una herramienta ingenieril que simplifica y elimina gran parte de los esfuerzos de diseño estadístico. La tabla 08, presenta el diseño experimental que se debe seguir en cada ensayo según los factores, que en este caso, están enumerados desde el número 1 - 7.

Tabla 08. Distribución de los factores y sus niveles en el arreglo ortogonal "Taguchi"

| E. | T° de hidrólisis (1) | pH (2) | Tiempo de hidrólisis (3) | Cant de agua (hidrólisis) (4) | Alcohol etanol (%) (5) | Tiempo de precipitado (6) | Secado (7) | Resultado (Peso de pectina - seca) |
|----|-------------------------|-----------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------|------------------------------------|
| 01 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | -- |
| 02 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | -- |
| 03 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | -- |
| 04 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | -- |
| 05 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | -- |
| 06 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | -- |
| 07 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | -- |
| 08 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -- |

Fuente: Statistica Versión n° 10

IV. Resultado de la aplicación del método Taguchi en el proceso de extracción de pectina.

Se indica en la tabla 09, el resultado del rendimiento de pectina para los 08 ensayos realizados, el ensayo 01 presenta el mayor contenido de pectina con un 16% del peso de la muestra (10 g de cáscara de maracuyá).

Tabla 09. Distribución de los factores y niveles en el arreglo ortogonal "Taguchi"

| E | T° de hidrólisis | pH | Tiempo de hidrólisis | Cant. agua en la hidrólisis | Cant. de alcohol etanol | Tiempo de precipitado | Tiempo de secado | Resultado (Peso de pectina - seca) |
|----|------------------|-----|----------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|------------------------------------|
| 01 | 80°C | 3,5 | 50 min | 1/22 | 60% | 15 min | 5 hr | 16,0% |
| 02 | 80°C | 3,5 | 50 min | 1/22 | 80% | 60 min | 3 hr | 14,4% |
| 03 | 80°C | 2,5 | 80 min | 1/26 | 60% | 60 min | 3 hr | 11,5% |
| 04 | 80°C | 2,5 | 80 min | 1/22 | 80% | 15 min | 5 hr | 13,0% |
| 05 | 50°C | 3,5 | 80 min | 1/26 | 80% | 15 min | 3 hr | 7,0% |
| 06 | 50°C | 3,5 | 80 min | 1/22 | 60% | 60 min | 5 hr | 8,0% |
| 07 | 50°C | 2,5 | 50 min | 1/26 | 80% | 60 min | 5 hr | 2,0% |
| 08 | 50°C | 2,5 | 50 min | 1/22 | 60% | 15 min | 3 hr | 4,0% |

A continuación se presenta en la siguiente figura 06 y tabla 10, el balance de materia prima de los 08 ensayos realizados para la obtención de pectina.

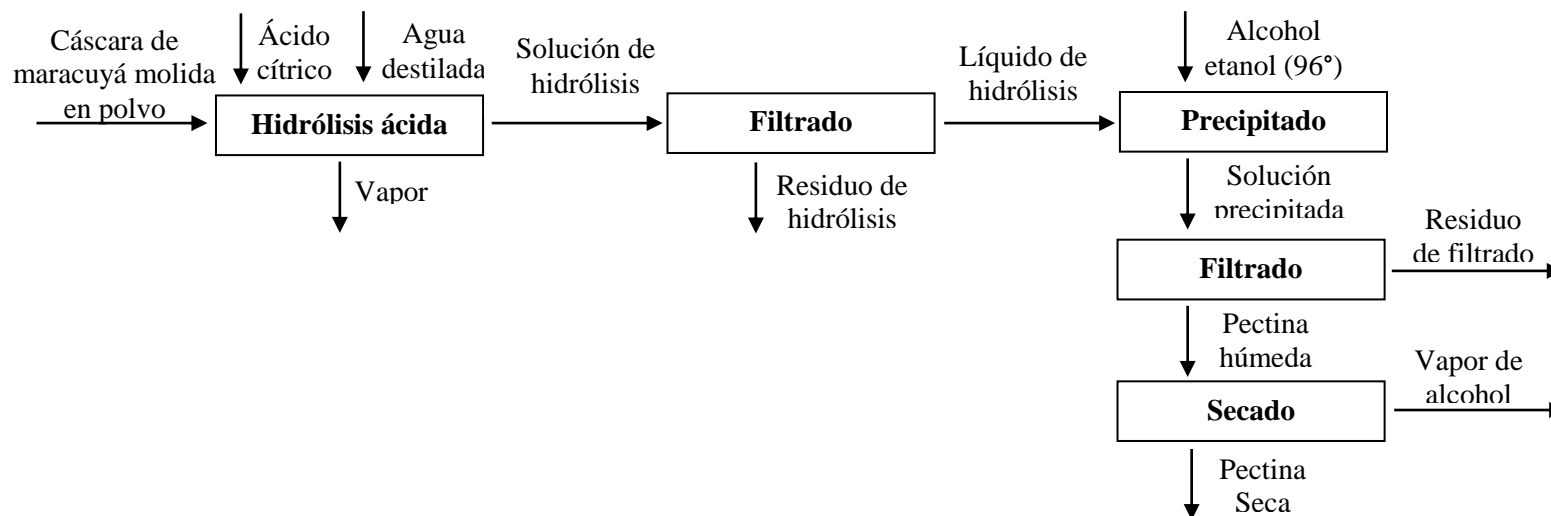


Figura 06. Balance de materia prima general

Tabla 10. Balance de materia prima (cáscara de maracuyá seca en polvo) en la obtención de pectina

| N° Ensayo | Ácido cítrico | Agua destilada | Solución de hidrólisis | Vapor | Residuo de hidrólisis | Líquido de hidrólisis | Alcohol etanol | Solución precipitada | Residuo de filtrado | Pectina húmeda | Vapor de alcohol | Pectina seca |
|-----------|---------------|----------------|------------------------|--------|-----------------------|-----------------------|----------------|----------------------|---------------------|----------------|------------------|--------------|
| 01 | 3 g | 260 ml | 192,30 g | 80,70 | 42,30 g | 150,00 ml | 90,00 ml | 240,00 ml | 144,00 ml | 96,00 g | 94,40 | 1,60 g |
| 02 | 3 g | 220 ml | 189,00 g | 44,00 | 52,67 g | 136,33 ml | 109,00 ml | 245,33 ml | 148,75 ml | 96,58 g | 95,14 | 1,44 g |
| 03 | 13 g | 260 ml | 157,10 g | 125,90 | 47,10 g | 100,00 ml | 60,00 ml | 160,00 ml | 71,80 ml | 88,20 g | 87,05 | 1,15 g |
| 04 | 13 g | 220 ml | 187,40 g | 55,60 | 37,40 g | 150,00 ml | 120,00 ml | 270,00 ml | 220,80 ml | 49,20 g | 47,90 | 1,30 g |
| 05 | 3 g | 260 ml | 195,70 g | 77,30 | 65,70 g | 130,00 ml | 104,00 ml | 234,00 ml | 71,80 ml | 49,90 g | 49,20 | 0,70 g |
| 06 | 3 g | 220 ml | 197,00 g | 36,00 | 87,00 g | 110,00 ml | 66,00 ml | 176,00 ml | 150,30 ml | 25,70 g | 24,90 | 0,80 g |
| 07 | 13 g | 260 ml | 194,40 g | 88,60 | 69,40 g | 125,00 ml | 100,00 ml | 225,00 ml | 165,10 ml | 59,90 g | 57,70 | 0,20 g |
| 08 | 13 g | 220 ml | 128,00 g | 115,00 | 48,00 g | 80,00 ml | 48,00 ml | 128,00 ml | 98,90 ml | 29,10 g | 28,70 | 0,40 g |

Se puede observar en el balance de materia prima descrito en la tabla 10, que la cantidad de ácido cítrico utilizada en el proceso de hidrólisis aumenta si se desea un nivel de pH menor, es decir se utilizaran mas gramos de ácido cítrico para un pH más bajo; por otro lado, una mayor cantidad de ácido cítrico en el proceso conlleva a una menor cantidad de pectina extraída. Se observa además un incremento en el rendimiento de la pectina a medida que se aumenta la temperatura en la hidrólisis. El rendimiento máximo de extracción de pectina se ha dado en el ensayo 01 habiéndose usado 3 g de ácido cítrico (3,5 pH), 260 ml de agua destilada (1/26), 90 ml de alcohol etanol, un tiempo de hidrólisis de 50 min y un tiempo de secado de la pectina húmeda de 5 horas.

Otro factor que puede influir en los valores del rendimiento de pectina es el tiempo de hidrólisis. Los dos ensayos donde se obtuvo un mayor contenido de pectina fueron los ensayos 01 y 02 en los cuales se usó un tiempo de 50 min para la hidrólisis, este hecho se da debido a que la hidrólisis consta de dos etapas: en la primera etapa se produce una solubilización de la pectina pasando de una etapa sólida a la solución ácida, mientras que en la segunda etapa consta de una hidrólisis de la pectina soluble la cual tiende a degradarse.

Por último se aprecia en la tabla 11, que las cantidades de residuo de hidrólisis obtenida de los 08 ensayos son parecidas aunque tienen una tendencia a la disminución con el aumento de la temperatura, esto se da debido a que cuando se incrementa la temperatura de extracción hay un incremento de transferencia de materia de la cáscara a la disolución ácida, generado por el incremento de la solubilidad, facilitando un mayor paso de pectina a la disolución.

Tabla 11. Contenido de fibra residual en el proceso de hidrólisis

| Ensayo | Temperatura °C | Peso de fibra residual (g) |
|---------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 01 | 80°C | 42,30 g |
| 02 | 80°C | 52,67 g |
| 03 | 80°C | 47,10 g |
| 04 | 80°C | 37,40 g |
| 05 | 50°C | 65,70 g |
| 06 | 50°C | 87,00 g |
| 07 | 50°C | 69,40 g |
| 08 | 50°C | 48,00 g |

En la siguiente figura 07, se aprecia la variabilidad de estos factores, los factores temperatura de hidrólisis y el pH usados en el proceso muestran una mayor variabilidad entre los niveles usado para estos factores, es decir que se disminuye drásticamente el rendimiento de pectina si la temperatura es de 50°C y el pH de 2,5; los demás niveles de los factores son poco significativos.

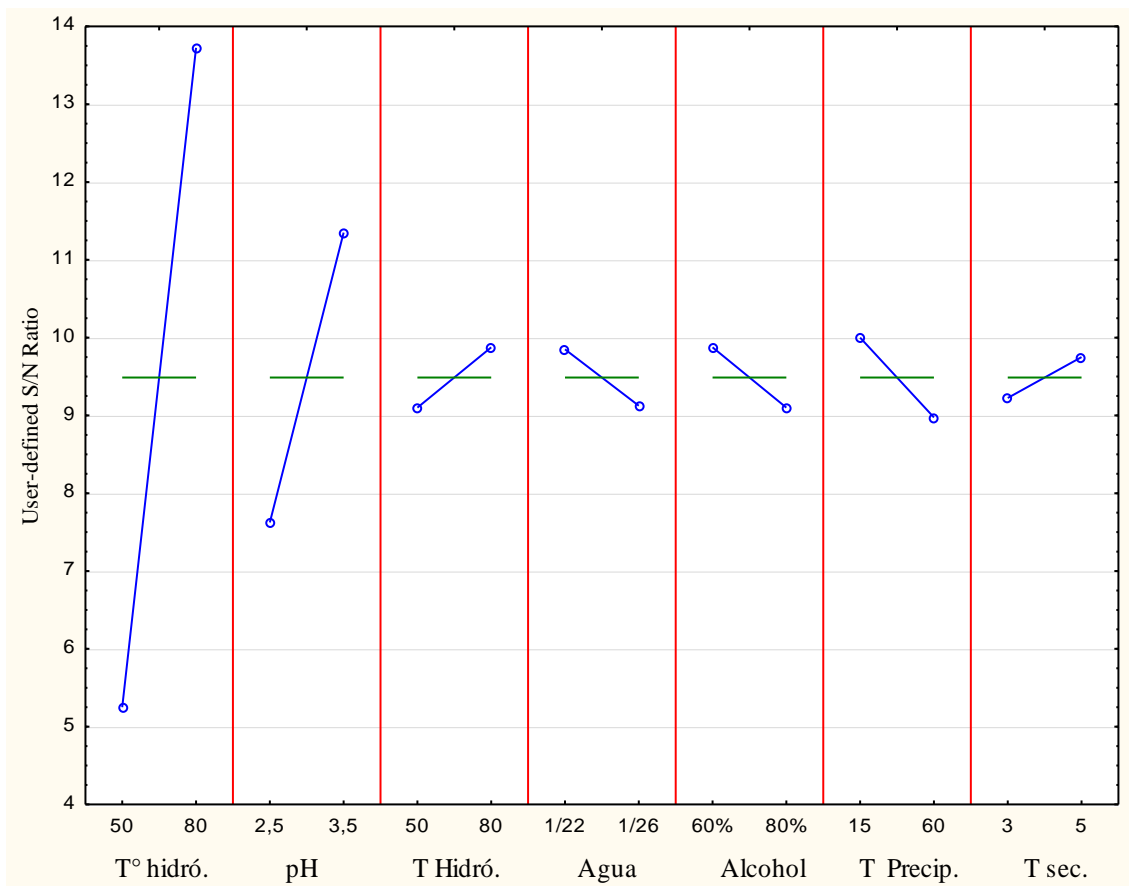


Figura 07. Gráfico ETA promedio de los niveles por factores utilizados en los ensayos. Statistica Versión n°10

En la tabla 12, se presenta los niveles óptimos y el tamaño del efecto, para cada factor de acuerdo a la señal / ruido que se ha obtenido aplicando el método Taguchi.

Tabla 12. Valores esperados de S/N bajo óptimas condiciones

| Factor | Nivel | Tamaño del efecto |
|--------------------------------|--------|-------------------|
| T° de hidrólisis | 80°C | 4,2375 |
| pH | 3,5 | 1,8625 |
| Tiempo de hidrólisis | 80 min | 0,3875 |
| Cantidad de agua utilizada | 1/22 | 0,3625 |
| Cantidad de alcohol etanol 96° | 60% | 0,3875 |
| Tiempo de precipitación | 15 min | 0,5125 |
| Tiempo de secado | 5 hr | 0,2625 |

Fuente: Statistica Versión n°10

De la tabla anterior 12, se puede obtener el nivel óptimo para cada factor y de esta manera determinar el mayor contenido de pectina; además se observa el efecto del factor en el rendimiento de esta, por ejemplo: la temperatura de hidrólisis posee el mayor efecto de los factores, es decir, se debe tener un especial cuidado en que la

temperatura se mantenga en 80°C; lo mismo ocurre en el caso del pH, ya que posee un efecto de 1,8625; el tercer factor de mayor efecto es el tiempo de precipitación, el cual se deberá realizar en un tiempo de 15 min al presentar un efecto de 0,5125; los 3 factores restantes, exceptuando el tiempo de secado, poseen similar tamaño de efecto aunque no es significativo en el proceso es económico escoger una cantidad de alcohol del 60% y además una cantidad de agua de 1/22; el último factor posee un efecto, muy bajo, de 0,2625 en este caso puede ser modificado el nivel escogido, pues será el de 3 horas porque genera un ahorro en tiempo y además este cambio no presentaría un efecto significativo en el proceso o no afectaría al rendimiento.

4.1. Caracterización de la pectina extraída

De acuerdo al método Taguchi y la aplicación del arreglo ortogonal para un diseño experimental como el propuesto, de 07 factores y 02 niveles, se debe realizar 08 ensayos para determinar, según el rendimiento y la calidad de la pectina, cuál de estos es el adecuado para ser utilizado. Se muestra en la siguiente tabla 13, el resultado de los análisis de humedad y cenizas realizados a los 08 ensayos para determinar cuáles están dentro del rango de calidad.

Tabla 13. Análisis de humedad y cenizas en los 08 ensayos

| Ensayo | Humedad | Cenizas |
|---------------|----------------|----------------|
| 1 | 8,84% | 2,35 |
| 2 | 9,10% | 2,32 |
| 3 | 11,50% | 2,14 |
| 4 | 10,80% | 2,05 |
| 5 | 9,50% | 2,10 |
| 6 | 10,50% | 1,99 |
| 7 | 13,00% | 1,90 |
| 8 | 11,00% | 1,93 |

La pectina extraída del ensayo 01, se encuentra dentro de los parámetros de calidad en comparación con otras pectinas comerciales, tal como se aprecia en la tabla 14. Además, es una pectina de un alto grado de esterificación o metoxilación lo cual influye en una mayor temperatura de gelificación, siendo capaz de gelificar a temperaturas de 95 ° C, y a muy pocos minutos a temperaturas por debajo de 85°C, tomando el nombre de “pectinas rápidas”. Así mismo las pectinas de alto grado de esterificación forman geles que son irreversibles térmicamente, siendo positivo porque indica que esta pectina gelifica con facilidad. El porcentaje de ácido galacturónico es de 65,63% siendo igual al de las otras pectinas comerciales, lo cual indica que es de igual pureza que estas otras. El pH medianamente bajo refleja un alto contenido de metoxilos, al poder los grupos metoxilo unirse a través de puentes de hidrógeno. Por último cabe resaltar que el porcentaje de humedad de 8,86% se encuentra dentro del rango obtenido por las demás pectinas comerciales.

Tabla 14. Comparación entre la pectina extraída y las pectinas comerciales

| Especificaciones | Pectina Extraída de maracuyá | Food Chemistry³ | Pectina Cítrica | FAO Pectins⁴ |
|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| G° de gelificación | 165° | 145 – 155 | - | - |
| Humedad % | 8,84 | 8 - 12 | 10,81 | 07 - 12 |
| Ác. Galacturónico % ≥ | 65,63 | 65 | 65 | 65 |
| G. Esterificación ≥ | 76,87 | 50 | 66,5 | - |
| pH (solución acuosa de 0,5%) | 2,95 | 2,6 - 3,0 | 2,9 - 3,6 | - |
| Contenido de cenizas % ≤ | 2,35 | 5 | 2,34 | 3 |
| Contenido de nitrógeno % | 0,014 | Max 1 | - | 2,5 |
| Viscosidad (cp) | 3,15 | - | 3,3946 | - |
| Sólidos (%) | 85,30 | - | 89,19 | - |

Por último el mayor rendimiento obtenido de pectina por kg de cáscara seca es de 160 g.

V. ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD

5.1. Estudio de mercado

5.1.1. Zona de influencia del proyecto

5.1.1.1. Área de mercado seleccionada.

La razón por la cual se ha elegido el mercado nacional para incursionar en el abastecimiento de pectina es: la ausencia de Empresas en este rubro, además las importaciones han aumentado en los últimos 10 años y lo mismo ocurre con el precio. De esta manera se aumentará las divisas para el Perú. Los costos de transporte serán más baratos porque sólo se transportará desde el Departamento de Lambayeque hacia las empresas importadoras, haciendo el aprovisionamiento de pectina en menor tiempo.

5.1.2. Análisis de la demanda

5.1.2.1. Características de los consumidores.

Las Empresas importadoras de pectina han variado conforme han transcurrido los años, en la siguiente tabla 15 se muestra la variación en las Empresas consumidoras de pectina en los años 2000, 2005, 2010.

³Revista de publicaciones de investigación relacionada con la química y la bioquímica de los alimentos y las materias primas que cubren toda la cadena alimentaria.

⁴ Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación.

Tabla 15. Características de los consumidores (2000 - 2005 - 2010)

| Año | | |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 2000 | 2005 | 2010 |
| ▪ Puratos Perú | ▪ Puratos S.A. | ▪ Puratos S.A. |
| ▪ Gloria S.A. | ▪ Gloria S.A. | ▪ Gloria S.A. |
| ▪ Scan Import S.A.C | ▪ Danisco Perú S.A.C | ▪ Danisco Perú S.A.C |
| ▪ Química Anders S.A.C | ▪ Innovaciones Alimentarias S.A. | ▪ Silva Team Perú S.A.C. |
| ▪ Nestlé Perú S.A. | ▪ Innova Andina S.A. | ▪ Química Service SRL |
| ▪ Bakels Perú S.A.C | ▪ Montana S.A. | ▪ Corporación Lindley S.A. |
| ▪ Unique S.A. | ▪ Bionet S.A. | ▪ Linros S.R.L |
| ▪ Innova Andina S.A. | ▪ Representaciones Kefersa E.I.R.L | ▪ Sensoria S.A.C |
| ▪ Laboratorios Colliere S.A.C | | ▪ Montana S.A. |
| ▪ Delta PI S.A. | | |
| ▪ Química Universal E.I | | |
| ▪ Montana S.A. | | |

Fuente: Sunat (Aduanas)

5.1.2.2. Método de proyección de la demanda.

El método a utilizar es el de regresión lineal, porque las variables (cantidad kg y Número de año) se encuentran relacionadas de manera lineal; es decir, la cantidad de kg de pectina importada aumenta en el transcurso de los años, este método es una técnica de pronóstico que se utiliza para determinar la demanda futura usando como data histórica la demanda en los últimos 10 años, es decir, desde el año 2002 hasta el 2011. Este análisis de regresión lineal se puede realizar siempre y cuando la demanda sea positiva es decir haya una tendencia al aumento en los años anteriores.

5.1.2.3. Proyección de la demanda.

Se ha optado por usar la importación como aplacador de la demanda insatisfecha en el Perú, ya que se debe cubrir la demanda nacional con pectina del extranjero, esto se debe a que la producción en el entorno nacional no existe. Se indica en la tabla 16, la cantidad de pectina importada entre los años 2002 – 2011, mostrando una tendencia al aumento.

Tabla 16. Importación de pectina a nivel nacional

| Año | Cant (kg) | FOB |
|--------------|---------------------|----------------------|
| 2002 | 197 965,15 | 1 303 779,88 |
| 2003 | 124 400,80 | 1 000 998,45 |
| 2004 | 167 008,25 | 1 440 662,64 |
| 2005 | 175 016,10 | 1 714 272,57 |
| 2006 | 183 972,40 | 1 922 990,95 |
| 2007 | 226 683,20 | 2 296 907,56 |
| 2008 | 267 207,28 | 2 931 741,58 |
| 2009 | 289 564,29 | 3 215 198,80 |
| 2010 | 297 822,13 | 3 495 281,38 |
| 2011 | 316 442,00 | 3 748 555,00 |
| Total | 2 246 081,60 | 23 070 388,81 |

Fuente: Sunat (Aduanas)

Se realiza los cálculos necesarios para pronosticar la demanda futura utilizando las siguientes fórmulas.

$$a = \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2} \sqrt{n(\sum y_i^2) - (\sum y_i)^2}}$$

En la tabla 17, se aprecia la información estadística necesaria para realizar la proyección de la demanda, utilizando las fórmulas anteriormente descritas.

Tabla 17. Información Estadística

| x | Y | Xy | x² | y² |
|-----------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| 1 | 197 965,15 | 197 965,15 | 1 | 39 190 200 615 |
| 2 | 124 400,80 | 248 801,60 | 4 | 15 475 559 041 |
| 3 | 167 008,25 | 501 024,75 | 9 | 27 891 755 568 |
| 4 | 175 016,10 | 700 064,75 | 16 | 30 630 635 259 |
| 5 | 183 972,40 | 919 862,00 | 25 | 33 845 843 962 |
| 6 | 226 683,20 | 1 360 099,20 | 36 | 51 385 273 162 |
| 7 | 267 207,28 | 1 870 450,96 | 49 | 71 399 730 485 |
| 8 | 289 564,29 | 2 316 514,34 | 64 | 83 847 478 043 |
| 9 | 297 822,13 | 2 680 399,19 | 81 | 88 698 021 118 |
| 10 | 316 442,00 | 3 164 420,00 | 100 | 100 135 539 364 |
| 55 | 2 246 081,60 | 13 959 601,94 | 385 | 542 500 036 616 |

n = 10 años

Cálculo de "a" = 117 531, 31

Cálculo de "b" = 19 468, 52

Cálculo del coeficiente de correlación "r" = 0,91

El coeficiente de correlación de 0,91 indica que los datos obtenidos son confiables porque tiende a acercarse a 1.

$$\text{Modelo } y = a + bx$$

Se aplica el modelo de línea recta después de haber calculado "a" y "b".

$$y = 117\,531,31 + 19\,468,52x$$

Se muestra en la tabla 18, la demanda proyectada para los próximos 10 años, siendo proporcional el aumento de la cantidad de pectina demandada con el transcurso de los años.

Tabla 18. Demanda Proyectada a nivel Nacional de pectina hasta el año 2021

| Año | Cant (kg) |
|------------|------------------|
| 2012 | 331 685,01 |
| 2013 | 351 153,53 |
| 2014 | 370 622,05 |
| 2015 | 390 090,57 |
| 2016 | 409 559,08 |
| 2017 | 429 027,60 |
| 2018 | 448 496,12 |
| 2019 | 467 964,64 |
| 2020 | 487 433,16 |
| 2021 | 506 901,68 |

5.1.2.4. Demanda ajustada o final.

Se usa la demanda para el año 2014, por motivos de construcción de edificaciones, demoras en licencias y permisos municipales. La demanda total en este caso es de 370 622, 05 kg. En la siguiente tabla 19, se observa la demanda ajustada para los siguientes 05 años.

Tabla 19. Demanda proyectada de pectina

| Año | Cant kg/año | Demanda (%) |
|------------|--------------------|--------------------|
| 2014 | 52 500 | 14% |
| 2015 | 75 600 | 19% |
| 2016 | 109 200 | 27% |
| 2017 | 153 300 | 36% |
| 2018 | 180 600 | 40% |

En el año 2014 como periodo de prueba y evaluación del mercado se considera cubrir solo el 14% de la demanda es decir 52 500 kilogramos de pectina, en los siguientes 04 años se aumentará este porcentaje hasta llegar a abastecer en el año 2018 el 40% de la demanda total de pectina.

5.1.3. Análisis de la oferta

5.1.3.1. Series históricas de crecimiento.

Según Aduanas (Declaración Única de aduanas -DUA), muestra la siguiente relación de importaciones peruanas de las pectinas desde los años 2008 a 2011 según la Empresa exportadora extranjera, la pectina posee la siguiente partida arancelaria: 1302.20.00.00.

El número de empresas importadoras de pectina se mantuvo igual en el año 2008. La Empresa Vicco dejó de importar pectina, ingresa al mercado Química Service SRL, aunque importando pequeñas cantidades de pectinas vía aérea por parte de Sigma Aldrich Inc (Alemania) y Cp Kelco APS (Dinamarca). En el año 2009 se incrementaron las importaciones de pectina como se deduce de la siguiente tabla 20, por el contrario se aprecia una caída en las importaciones de Química Service S.R.L importando solamente en el año 2009 un total de 32,79 kg. Montana S.A aumento sus importaciones a 86 575 kg.

Por último, en el año 2011 el mayor importador de pectina es Gloria S.A. como se aprecia en la siguiente tabla 20, siendo su mayor proveedor la empresa Grindsted Pectin de México; la segunda empresa de mayor consumo de pectina es Montana S.A. con un total de 112 700 kg de pectina siendo el mismo proveedor.

La tabla 20 indica, la importación de pectinas para los años 2009, 2010 y 2011.

Tabla 20. Importación de las pectinas detallado por Empresa (2009 - 2010)

| Año | País | Empresa Exportadora | Empresa Importadora | Cantidad (kg) | FOB |
|--------------|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|
| 2009 | Bélgica | Puratos S.A | Puratos S.A. | 37 786,5 | 182 538,3 |
| | Brasil | Braspectina | Montana S.A. | 68 975 | 567 206,7 |
| | Suiza | Obipektin AG | Montana S.A. | 14 000 | 271 768 |
| | China | Yantai Andre Pectin | Deltagen del Perú S.A. | 4 000 | 19 989,6 |
| | Dinamarca | Cp Kelco APS | Danisco Perú S.A.C | 27 100 | 144 021,2 |
| | Dinamarca | Cp Kelco APS | Montana S.A. | 3 600 | 43 731,5 |
| | Francia | Degussa | Sensoria S.A.C | 3 000 | 36 034 |
| | México | Grindsted Pectin | Gloria S.A. | 80 000 | 1 406 663,5 |
| | México | Grindsted Pectin | Danisco Perú S.A.C | 50 850 | 524 037,6 |
| | Suiza | Obipektin AG | Química Suiza S.A. | 20 | 3570, 8 |
| | Alemania | Sigma Aldrich Inc | Química Service S.R.L | 32,79 | 12 310,72 |
| | Argentina | Unipectin AyD | Sensoria S.A.C | 200 | 3 358 |
| Total | | | | 289 564,293 | 3 215 198,8 |
| 2010 | Bélgica | Puratos S.A. | Puratos S.A. | 34 575,29 | 426 823,59 |
| | Brasil | Braspectina | Montana S.A. | 27 275 | 392 430,66 |
| | Suiza | Obipektin AG | Montana S.A. | 9 000 | 336 432,52 |
| | China | Yantai Andre Pectin | Linros S.R.L. | 5 500 | 18 600 |
| | Dinamarca | Cp Kelco APS | Montana S.A. | 4 400 | 45 804,74 |
| | Dinamarca | Cp Kelco APS | Danisco Perú S.A.C | 20129 | 138 405,31 |
| | Francia | Degussa | Sensoria S.A.C | 2450 | 29 879,78 |
| | México | Grindsted Pectin | Danisco Perú S.A.C | 74 984,70 | 507 563,16 |
| | México | Grindsted Pectin | Gloria S.A | 118 800,53 | 1586 928,55 |
| | Bélgica | Puratos S.A. | Puratos S.A. | 25 | 605,209 |
| | Alemania | Sigma Aldrich Inc | Corporación Lindley | 70,2 | 2 150,64 |
| | Dinamarca | Cp Kelco APS | Química Service SRL | 12,4 | 3 137,01 |
| | Italia | Sigma Aldrich Inc | SilvaTeam Perú | 600 | 6 520,19 |
| Total | | | | 279 822,13 | 3 495 281,38 |
| 2011 | Bélgica | Puratos S.A. | Puratos S.A. | 18 125 | 194 507 |
| | Brasil | Braspectina | Montana S.A. | 88 200 | 742 154 |
| | Suiza | Obipektin AG | Montana S.A. | 14 000 | 279 393 |
| | China | Yantai Andre Pectin | Detalgen del Perú | 2 000 | 22 800 |
| | China | Yantai Andre Pectin | Multifoods | 4 000 | 42 715 |
| | China | Yantai Andre Pectin | Química Suiza | 6 000 | 64 050 |
| | Dinamarca | Cp Kelco APS | Montana S.A. | 10 500 | 133 703 |
| | Dinamarca | Cp Kelco APS | Danisco Perú S.A.C | 11 305 | 65 941 |
| | Francia | Degussa | Sensoria S.A.C | 500 | 5 510 |
| | Italia | Sigma Aldrich Inc | SilvaTeam Perú | 3 937 | 43 844 |
| | México | Grindsted Pectin | Danisco Perú S.A.C | 37 875 | 471 235 |
| | México | Grindsted Pectin | Gloria S.A.C | 120 000 | 1 682 703 |
| | Total | | | | 316 442 |

Fuente: Aduanas - DUA (Declaración Única de aduanas)

5.1.4. Balance oferta – demanda

Se considera a las importaciones como demanda insatisfecha por que en la actualidad no se cuenta con una producción nacional de pectina generando que empresas como Gloria, Montana y Danisco deban importar las pectinas de países como México y Dinamarca, aumentando el costo del producto debido al transporte que se debe realizar. Por esta razón la demanda insatisfecha es la misma demanda antes hallada, siendo para el año 2011 de 316 442 kg de pectinas.

5.1.5. Precio

5.1.5.1. Precio del producto en el mercado.

En la siguiente tabla 21, se presenta la cantidad por kilogramos importada de pectina y su valor FOB (Free on board). Los datos del FOB y precio del kg de pectina están dados en dólares.

Tabla 21. Relación cantidad de pectina importada y FOB

| Año | Cant (kg) | FOB | Precio x kg |
|--------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| 2002 | 197 965,15 | 1 303 779,88 | 6,59 |
| 2003 | 124 400,80 | 1 000 998,45 | 8,05 |
| 2004 | 167 008,25 | 1 440 662,64 | 8,63 |
| 2005 | 175 016,10 | 1 714 272,57 | 9,79 |
| 2006 | 183 972,40 | 1 922 990,95 | 10,45 |
| 2007 | 226 683,20 | 2 296 907,56 | 10,13 |
| 2008 | 267 207,28 | 2 931 741,58 | 10,97 |
| 2009 | 289 564,29 | 3 215 198,80 | 11,1 |
| 2010 | 297 822,13 | 3 495 281,38 | 11,74 |
| 2011 | 316 442,00 | 3 748 555,00 | 11,85 |
| Total | 2 246 081,60 | 23 070 388,81 | |

De la tabla anterior 21, se deduce que no existe una variación muy amplia en el precio de pectina por kilogramo, observándose una pequeña tendencia al aumento. Desde el año 2005 al 2011 el precio aumentó en U\$ 2,06.

El año de referencia que se ha tomado para implementar la fábrica es el año 2014 en el cual el precio por kg de pectina es de 13,96 (Ver tabla 22). Se toma como referencia el año 2014 para el inicio de operaciones porque los anteriores dos años serán de construcción de la planta, instalación de equipos, período de prueba y trámites de licencias y permisos. En la tabla 22, se muestra el precio proyectado desde el año 2012 hasta el 2021, mostrándose una tendencia al aumento, utilizando el método de regresión lineal.

Tabla 22. Precio proyectado a nivel Nacional de las pectinas hasta el año 2021

| Año | Cant (kg) |
|-------------|------------------|
| 2012 | 12,89 |
| 2013 | 13,43 |
| 2014 | 13,96 |
| 2015 | 14,5 |
| 2016 | 15,04 |
| 2017 | 15,58 |
| 2018 | 16,12 |
| 2019 | 16,65 |
| 2020 | 17,19 |
| 2021 | 17,73 |

5.1.5.2. Políticas de precios

De acuerdo al precio en el mercado de pectinas, en la tabla 23 se observa el precio por kilogramo de pectina en dólares que se ha elegido para los siguientes 05 años.

Tabla 23. Precio por kg de pectinas

| Año | Precio \$/kg |
|------------|---------------------|
| 2014 | 13, 00 |
| 2015 | 14,00 |
| 2016 | 14, 00 |
| 2017 | 15,00 |
| 2018 | 15,00 |

Se elige un menor precio como introducción al mercado de un producto nuevo en el primer año, para el siguiente año 2015 el precio se aumentará en 1,00 dólar y se mantendrá para el año 2016, el año siguiente el precio será de 15,00 dólares y finalmente en el año 2018 el precio será el mismo.

5.2. Materias primas y suministros

5.2.1. Disponibilidad de materia prima

La materia prima de la cual se obtendrá la pectina es la cáscara de maracuyá como residuo generado por las Agroindustrias al procesar la maracuyá y obtener jugo. La tabla 24 muestra las principales Empresas que procesan maracuyá a nivel nacional:

Tabla 24. Principales Empresas exportadoras de jugo de maracuyá

| Empresa | % Participación | Lugar |
|----------------------------------|------------------------|--------------|
| Quicornac S.A.C | 48% | Lambayeque |
| Agroindustrias AIB S.A. | 18% | Lambayeque |
| Agromar Industrial S.A. | 11% | Piura |
| Corporación José R. Lindley S.A. | 10% | Lima |
| Frutos Tongorrape S.A. | 5% | Lambayeque |
| Otros | 6% | - |

Fuente: Sistema integrado de información de comercio exterior 2011

Los volúmenes de producción de cáscara de maracuyá como residuo lo generan las agroindustrias que producen jugo de maracuyá. En este caso las principales empresas productoras de jugo de maracuya se muestran en la siguiente tabla 25:

Tabla 25. Empresas exportadoras de jugo de maracuyá en los años 2005 – 2011

| Año | Producción de jugo de maracuyá en litros de las principales Agroindustrias exportadoras | | | | |
|------------|--|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | Quicornac S.A.C | Agroindustrias AIB | Corporación Lindley | Agromar Industrial S.A. | Frutos Tongorrape |
| 2011 | 4 987 620 | 1 700 271 | 958 750 | 504 000 | 356 040 |
| 2010 | 3 756 374 | 1 479 349 | 386 870 | 718 400 | 1 258 600 |
| 2009 | 1 146 760 | 719 040 | 186 640 | 697 260 | 1 011 200 |
| 2008 | 0 | 824 242 | 566 561 | 766 250 | 0 |
| 2007 | 0 | 756 836 | 150 671 | 224 900 | 0 |
| 2006 | 0 | 748 175 | 39 710 | 568 000 | 0 |
| 2005 | 0 | 99 097 | 0 | 0 | 0 |

Se observa que los mayores productores de jugo de maracuyá son Quicornac S.A.C y Agroindustrias AIB las cuales se encuentran en el departamento de Lambayeque ubicadas en Olmos y Motupe, respectivamente, estas agroindustrias por ende son las mayores generadoras de cáscara de maracuyá como desecho.

5.2.2. Proyección de la disponibilidad

La materia prima de la cual se abastecerá a la planta para producir pectinas, será suministrada por la agroindustria AIB la cual está ubicada en Motupe y por datos obtenidos del Departamento Agronómico Norte.

En la tabla 26, se presenta el total de cáscara de maracuyá con la cual se abastecen en la agroindustria AIB desde el año 2001 – 2010, tomando en cuenta de que el contenido de cáscara de maracuyá es de 50% del peso total de la fruta.

Tabla 26. Cáscara de maracuyá desechada por AgroIndustria AIB

| Año | Cant (kg) |
|------------|------------------|
| 2001 | 1 369 500 |
| 2002 | 1 625 000 |
| 2003 | 2 146 000 |
| 2004 | 1 980 000 |
| 2005 | 3 365 500 |
| 2006 | 5 235 500 |
| 2007 | 4 145 500 |
| 2008 | 5 894 500 |
| 2009 | 6 524 000 |
| 2010 | 7 715 000 |

Fuente: AIB. Datos estadísticos 2010

Se utiliza el método de regresión lineal porque la tendencia del desecho cáscara de maracuyá por parte de AIB es al aumento, siendo proporcional al transcurso de los años.

En la tabla 27, se indica la aplicación del método de línea recta para calcular la disponibilidad de cáscara de maracuyá en los próximos 10 años.

Tabla 27. Proyección de cáscara de maracuyá desechada por la Agro Industria AIB

| Año | Cant (kg) |
|-------------|----------------------|
| 2011 | 7 950 433,33 |
| 2012 | 8 668 684,85 |
| 2013 | 9 386 936,36 |
| 2014 | 10 105 187,88 |
| 2015 | 10 823 439,39 |
| 2016 | 11 541 690,91 |
| 2017 | 12 259 942,42 |
| 2018 | 12 978 193,94 |
| 2019 | 13 696 445,45 |
| 2020 | 14 414 696,97 |

Se puede observar que la cantidad de desecho cáscara de maracuyá para el año 2014 será de 10 105 187, 88 kg, se toma como referencia el año 2014 para el inicio de operaciones porque los anteriores dos años serán de construcción de la planta, instalación de equipos, período de prueba y trámites de licencias y permisos.

5.3. Aspectos técnicos: Localización y tamaño

5.3.1. Macrolocalización

La Macrolocalización se efectuará eligiendo el departamento más óptimo para el estudio de implementación de una planta productora de pectina. Se ha optado para efectuar el análisis de 2 departamentos en los cuales se produce mayor cantidad en toneladas de jugo de maracuyá, es decir donde se desechan mayores cantidades de cáscara anuales: Lambayeque y Lima (Ver tabla 24), aunque este último sea el tercer departamento en producir jugo de maracuyá se elige por motivos de cercanía al mercado demandante de pectina otro factor también importante al momento de localizar una planta.

5.3.1.1. Aspectos geográficos:

- Límites políticos

Los límites políticos de los 2 departamentos elegidos son los siguientes:

Tabla 28. Límites Políticos

| Ciudad | Lima | Lambayeque |
|--------|-----------------|-------------------------|
| Norte | Ancash | Piura |
| Sur | Ica | La Libertad |
| Este | Pasco y Junín | Cajamarca |
| Oeste | Océano Pacífico | Océano Pacífico y Piura |

Lambayeque se ve favorecida en cuanto a las ciudades con que limita, pues su ubicación es ideal ya que limita con los Departamentos de Piura y Trujillo los cuales también son productores de maracuyá y a la vez exportadores de jugo de maracuyá y en caso de existir faltantes en el abastecimiento de cáscara de maracuyá, por parte de las agroindustrias de Olmos y Motupe, se podría adquirirlas de estos dos Departamentos sin incurrir en altos gastos de transporte.

- Clima

El clima de cada uno de los departamentos elegidos para el análisis de macro localización se presente a continuación. Además de su temperatura promedio anual y también de cada temporada del año:

A) Lima

Posee un clima tibio sin excesivo calor tropical ni fríos extremos. La temperatura promedio anual es de 18,5 a 19°C, con un máximo estival anual de unos 29°C. Los veranos, de diciembre a abril tienen temperaturas que oscilan entre 28 y 21°C. Los inviernos van de junio a mitades de septiembre con temperaturas que oscilan entre 19 y 12°C. Los meses de primavera y otoño (Septiembre, Octubre y Mayo) tienen

temperaturas templadas que oscilan entre los 23 y 17°C. La humedad es sumamente alta (hasta 100%), produciendo neblina persistente de junio a diciembre.

B) Lambayeque

El clima es semitropical; con alta humedad atmosférica y escasas precipitaciones en la costa sur. La Temperatura máxima puede bordear los 35°C (entre enero y abril) y la mínima es de 15°C (mes de julio).

La temperatura promedio anual es de 22,5°C. La temperatura anual promedio que se requiere para un mejor cultivo de la maracuyá es de 25°C, lo cual hace a Lambayeque la más apta para un mejor rendimiento por hectárea del maracuyá porque su temperatura promedio anual es la más cercana (22,5°C) a la requerida.

- Coordenadas y altitud sobre el nivel del mar

La altitud se describe en la tabla 29, de acuerdo a cada provincia de los 02 Departamentos escogidos.

Tabla 29. Altitud Según Provincia 2007

| Departamento | Altitud (msnm) |
|---------------------|-----------------------|
| Lima | |
| Lima | 154 |
| Barranca | 49 |
| Cajatambo | 3,376 |
| Canta | 2,819 |
| Cañete | 38 |
| Huaral | 188 |
| Huaura | 30 |
| Oyón | 3620 |
| Yauyos | 2874 |
| Lambayeque | |
| Chiclayo | 29 |
| Ferreñafe | 67 |
| Lambayeque | 17 |
| Olmos | 175 |

Fuente: INEI. Censos Nacionales 2007

De acuerdo al requerimiento ambiental para el cultivo comercial de la maracuyá se requiere de una altitud variable desde los 100 msnm hasta los 1500 msnm, lo cual favorece a la zona de Huaral (Lima) y Olmos en donde se produce el maracuyá.

- Suelos

A) Lambayeque

El suelo es variado en función al tipo de roca madre, clima, vegetación, etc. En la costa se distinguen diferentes clases de suelos; en los valles son de origen fluvio aluviales. Los suelos más extendidos son los arcillosos que se encuentran acumulados en los fondos de valles andinos y oasis costeros, su espesor así como el tipo de arcillas varía de un lugar a otro. Estos suelos son fértiles y aptos para la agricultura.

B) Lima (Huaral)

La ciudad y su zona rural se asientan en terrenos ligeramente planos con una relativa pendiente decreciente hacia el Océano Pacífico. En la ciudad podemos distinguir dos tipos de suelos: uno aluvial que se ubica en las zonas planas de la ciudad y la otra arenosa en las zonas periféricas de la ciudad y en los cerros. El suelo ideal para cultivar maracuyá es un suelo fértil y profundo de textura media; ligeramente ácidos dotados de abundante materia orgánica. Los dos departamentos dependiendo de sus zonas en las que se cultiva el maracuyá son suelos aptos para el cultivo.

5.3.1.2. Aspectos socioeconómicos

- Electrificación

La electrificación de acuerdo a cada departamento se presenta en la tabla 30, precio en dólar por kWh.

Tabla 30. Precio Medio de electricidad por actividad industrial Cent US\$/kWh

| Región | Industrial |
|---------------|-------------------|
| Lambayeque | 7,34 |
| Lima | 6,29 |

Fuente: MINEM 2010

El tipo de electricidad que se necesita para abastecer a la planta es de tipo industrial por el nivel de kW requerido para el proceso de obtención de pectina. Según MINEM (2010), la región que representa un menor costo por kW es la región de Lima con 6,29 centavos de dólar, mientras que Lambayeque muestra un precio de energía eléctrica de 7,34 la variación es medianamente alta de acuerdo a cada departamento.

- Red de agua potable

El servicio de agua potable se analizará por Departamento, enfocándose en el tipo Industrial el cual es de interés para elegir el departamento en donde implementar la Planta de extracción de pectina.

Este factor es de suma importancia debido al gran consumo de agua potable necesario para el proceso de obtención de pectina, el cual es entre un rango de 50 a 80 m³ por día.

A) Lima

La tabla 31, muestra la tarifa de Sedapal S.A. por metro cúbico.

Tabla 31. Tarifa Sedapal S.A.

| Clase | Categoría | Rango mínimo | Tarifa (S/. m3) | |
|----------------|------------|--------------|-----------------|----------------|
| | | | Agua | Alcantarillado |
| No residencial | Industrial | 100 | 4,067 | 1,775 |

Fuente: Boletines Estadísticos de Sedapal 2009

Se muestra el precio del agua y alcantarillado siendo menor al precio por m³ de agua para la categoría industrial de 4,067 nuevos soles, desde un rango de 0 a 100 m³.

B) Lambayeque

En la tabla 32, se indica la tarifa de Epsel en el año 2009 por metro cúbico.

Tabla 32. Estructura tarifaria de EPSEL

| Categoría | Rangos de Consumo m3/mes | Tarifas S/. m3 | Consumo mínimo m3/mes |
|------------|--------------------------|----------------|-----------------------|
| Industrial | 49 – más | 4,063 | 49 |

Fuente: SUNASS. Estudio Tarifario 2009

5.3.2. Factores básicos para determinar la localización.

5.3.2.1. Análisis de los mercados de consumo: Dispersión geográfica de los demandantes

El mercado de consumo es el nacional, se desea abastecer al mercado Peruano el cual en el año 2010, cuenta con las siguientes empresas importadoras de pectina: Puratos S.A., Montana S.A., Deltagen Perú S.A., Sensoria S.A.C, Gloria S.A., Danisco Perú S.A.C, Química Suiza S.A., Química Service S.R.L, Sensoria S.A.C. Siendo los mayores importadores por cantidad (kg): Gloria S.A., Montana S.A., Danisco Perú S.A.C y Puratos S.A importando cantidades anuales mayores a 40 000 kilogramos de pectina.

En la tabla 33, se aprecia la localización de cada una de las Empresas Importadoras de pectina.

Tabla 33. Dispersión geográfica de los demandantes

| Empresas Demandantes | Ubicación | | |
|-------------------------|--------------|----------------|---|
| | Departamento | Distrito | Dirección |
| Gloria S.A. | Lima | Huachipa | Av. La Capitana 190 |
| | Arequipa | Arequipa | Carretera Panamericana Sur 961 |
| | Cajamarca | Cajamarca | Carretera Cajamarca Baños del inca 5.20 |
| | La Libertad | Trujillo | Av. América Sur 2701 |
| Montana S.A. | Lima | Santa Anita | Av. Los rosales 280 |
| | Lima | Lurín | Parcela B - 52 Predio San Vicente |
| Danisco Perú S.A.C | Lima | San Isidro | República de Panamá 3535 |
| Puratos S.A | Lima | Ate | Urb. Industrial Santa Rosa - Av. Los Castillos 340 |

Fuente: Operatividad aduanera (Sunat) Aduanas.

5.3.2.2. Estudio de disponibilidad de materia prima

- Zonas productoras y volúmenes de producción

La tendencia en las ubicaciones de las agroindustrias que usan como materia prima la maracuyá está orientada mayormente a las zonas de la Costa del País (Ver tabla 24), esto debido a que la producción de maracuyá mayormente se realiza en los departamentos ubicados en la costa porque en estos el clima se encuentra entre los 100 y 1000 msnm haciendo propicias estas ciudades para la producción de maracuyá.

Los volúmenes de producción de cáscara de maracuyá y por ende mayor cantidad de desechada de cáscara lo conforman las agroindustrias Quicornac y AIB las principales productoras de jugo en los años 2005 – 2011 (Ver tabla 25).

- Precios y condiciones de compra.

Según información proporcionada por el Departamento Agronómico Norte (AIB) el precio por kg de cáscara de maracuyá está en 0,01 céntimos de dólar y en algunas ocasiones hasta mucho menos, esto se da debido a la gran cantidad de cáscara que generan y la necesidad por deshacerse de este residuo.

- Períodos de disponibilidad.

La disponibilidad de cáscara de maracuyá está influenciada dependiendo de si se produce jugo concentrado de maracuyá es decir a una falta de producción no sería necesaria la maracuyá y no se generaría el residuo.

Aunque según información de AIB ellos producen al año todos los meses, semanas y días jugo concentrado de maracuyá por lo que el periodo de disponibilidad es amplio y no generarían problemas respecto al requerimiento de cáscara.

- Usos y destino.

El uso que se da ahora a la materia prima es el de alimento para ganado vacuno, porcino y avícola; previamente vendido a un señor, quien recoge con camiones desde la Agro Industria hacia almacenes ubicados en Olmos para después venderlo a Purina u otras Empresas de alimentos balanceados. Una observación es que los almacenes en los cuales se ubica a la cáscara de maracuyá se encuentran en situaciones paupérrimas, sin ningún control de la calidad, generando malos olores a los pobladores aledaños y también aumentando la actividad microbiana en la cáscara, su descomposición y atrayendo insectos.

- Disponibilidad para el proyecto.

La disponibilidad de materia prima (cáscara de maracuyá) es amplia, la cual será suministrada por la agroindustria AIB, se elige a esta agroindustria porque posee mayor número de años en el rubro de producción de jugo de maracuyá, además de haber mantenido una tendencia al aumento de su producción desde los años 2005 – 2011. La tabla 34, indica el requerimiento que se deberá tener de cáscara para producir las cantidades esperadas de pectina. El requerimiento diario de cáscara para los próximos 05 años se obtiene tomando en cuenta los 300 días laborables al año (Ver tabla 106).

Tabla 34. Requerimiento anual y diario de cáscara para producir pectina

| Año | Cáscara (kg) | | % |
|--------------|-------------------|---------------|-----------|
| | Anual | Diario | |
| 2014 | 3 098 442 | 10 328 | 33 |
| 2015 | 4 461 756 | 14 873 | 44 |
| 2016 | 6 444 759 | 21 483 | 60 |
| 2017 | 9 047 450 | 30 158 | 78 |
| 2018 | 10 658 640 | 35 529 | 87 |
| Total | 33 711 048 | | |

5.3.2.3. Costos de transportación de: Materia prima e insumos auxiliares. Producto terminado y subproducto.

El transporte no es una barrera y existe una facilidad en la transportación del producto (pectinas) porque las ciudades en consideración cuentan con vías de acceso asfaltadas.

En primer lugar se debe de definir el lugar al cual se abastecerá de pectinas es decir la ubicación del mercado demandante y de la planta de pectina en cada departamento.

▪ Producto Terminado

Los dos departamentos en los cuales se ha propuesto elegir para ubicar la planta industrial son: Lima (Huaral) y Lambayeque (Motupe). Las distancias de acuerdo a los Departamentos en los cuales se ubica el mercado y las plantas industriales se observa en la tabla 35:

Tabla 35. Distancia entre Huaral y el mercado demandante de pectinas

| Mercado | Distrito ó provincia | Distancia (km) |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|
| | Huachipa | 108,4 |
| | Santa Anita | 103 |
| Lima | Lurín | 119,1 |
| | San Isidro | 97 |
| | Ate Vitarte | 94 |
| Arequipa | Arequipa | 1 009 |
| La Libertad | Trujillo | 561 |
| Cajamarca | Cajamarca | 861 |
| Total | | 2 952,5 |

Fuente: Mapa Vial del Perú. Ministerio de Transportes y comunicaciones

De acuerdo a la tabla anterior 35, la distancia total que se debe recorrer desde el punto de origen (Huaral) hasta los diferentes puntos de destino en los cuales se ubican las Fábricas que requieren las pectinas es de 2 952, 5 kilómetros. La tabla 36, muestra la distancia entre Lambayeque y los departamentos en las cuales se ubican las empresas importadoras de pectinas.

Tabla 36. Distancia entre Lambayeque y el mercado demandante de pectinas

| Mercado | Distrito o provincia | Distancia (km) |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|
| | Huachipa | 802,8 |
| | Santa Anita | 787,3 |
| Lima | Lurín | 813,1 |
| | San Isidro | 788,7 |
| | Ate Vitarte | 783,3 |
| Arequipa | Arequipa | 1. 779 |
| La Libertad | Trujillo | 209 |
| Cajamarca | Cajamarca | 265 |
| Total | | 6 228,2 |

Fuente: Mapa Vial del Perú. Ministerio de Transportes y comunicaciones

Lambayeque por estar situada más alejada del mercado demandante, la distancia total es mucho mayor comparándola con la obtenida por Lima, los kilómetros que se deben recorrer para abastecer a todos los puntos de destino es de 6 228,2.

- **Materia Prima**

Lima se tendría que abastecer de Lambayeque porque no existen agroindustrias de grandes producciones en Lima, la ventaja de ubicar la planta en Lambayeque (Motupe) es el rápido suministro de cáscara que se puede realizar y también el menor coste de transporte. La distancia desde Lambayeque (Motupe), donde se encuentra la Agro industria AIB, hacia la planta industrial en Lima es de 770 km en promedio. En el caso de ubicar la planta en la misma ciudad de Motupe la distancia es mucho más corta dependiendo del lugar dentro de Motupe en el cual se ubique la planta existe una distancia alrededor de 20 kilómetros.

Se observa que para el año 2014 el requerimiento diario de cáscara será de 10 328 kg (Ver tabla 34). Para el abastecimiento de materia prima se requiere de un camión con una capacidad de carga mayor a 10 toneladas. El transporte a usar para llevar la cáscara desde la agroindustria AIB hasta los puntos de destino es a través de camiones de carga pesada. La capacidad de carga es de 17 390 kg. Se opta por el Volkswagen 24 220 (Isotérmico) para que la luz solar no aumente el tiempo de descomposición de la cáscara, el costo de este camión usado es de 35 000 dólares.

A) Lima

El combustible promedio que se gastaría al ubicar la planta en Huaral es de: 308 litros de diesel, teniendo como información las especificaciones del camión Volkswagen 8120 el cual tiene un consumo de combustible de 35 – 40 lt cada 100 km, siendo la distancia entre Motupe y Lima de 770 km. En conclusión el costo por transportar 17 000 toneladas de cáscara de maracuyá desde Lambayeque hacia Lima es de 366 dólares, teniendo en cuenta el precio por litro de diesel en Perú es de 1,19 dólares (OSINERG).

B) Lambayeque

En el caso de ubicar a la Fábrica en la ciudad de Motupe y teniendo como información del Mapa Vial del Perú que la distancia más lejana a la cual se puede ubicar a la Fábrica es de 20 km. El consumo de diesel que se gastaría por transportar 17 000 toneladas de residuo cáscara de la Planta AIB hasta la ubicación de la Planta industrial es de 8 litros (incluidos imprevistos). Es decir el costo de combustible en litros que se deberá gastar es de 9,52 dólares diarios.

- **Insumos**

Los insumos que se requieren son:

A) **Ácido Cítrico (en polvo)**

En Perú se ha ubicado una empresa vendedora de este insumo denominada Pérez & Jacard la cual es una Empresa importadora/Exportadora ubicada en Chile pero posee una oficina comercial en Lima específicamente en Av. Emilio Cavenecia 225, oficina 411. San Isidro. Según información obtenida de Aduanas - Operatividad Aduanera (Sunat) el costo de ácido cítrico importado hacia Perú es de 0,46 centavos de dólar por kilogramo.

B) Etanol

El costo por litro de etanol es de 0,55 dólares. Se puede abastecer de este insumo en el mercado nacional principalmente en Piura y Chiclayo que poseen Fábricas productoras de etanol. En Lima existe una Empresa llamada Colaromo la cual está ubicada en Ate Vitarte y se encarga de la distribución al por menor y mayor de alcohol etanol de 96°. En el caso de Lambayeque existe una distribuidora en Manuel María Izaga 740 llamada Andesa la cual vende al por mayor este insumo.

5.3.2.4. Costo de terrenos

▪ Lambayeque

En Lambayeque específicamente Motupe el costo por m² es de 24 dólares. El cual está previsto de un pozo tubular para equipar, a 5 minutos de la red de tendido eléctrico y se ubica a 20 minutos de la carretera principal.

▪ Lima

El precio por metro cuadrado en la región en donde se desea ubicar a la planta en este caso Huaral es de 30 dólares por metro cuadrado ubicado en la Av. Panamericana Norte km 83,5. Posee luz, agua propia y desagüe.

5.3.3. Método de factores ponderados

Se realiza el método de factores ponderados para elegir el lugar óptimo en el cual ubicar la planta teniendo como posibilidades a Lima (Huaral) o Lambayeque (Motupe). Se empieza dando valores ponderados a cada factor considerado anteriormente, a continuación se procede en escala del 1 al 10 darle un valor a cada Departamento es decir; Lima (Huaral) y Lambayeque (Motupe). En la tabla 37, se observa las ponderaciones realizadas.

Tabla 37. Método de factores ponderados

| Planta Fabricadora de Pectinas | Ponderación | Lima | Lambayeque |
|---|--------------------|-------------|-------------------|
| Proximidad a la materia prima | 25% | 4 | 9 |
| Electricidad | 18% | 7 | 6 |
| Cercanía al mercado | 12% | 8 | 4 |
| Agua potable | 14% | 6 | 7 |
| Coste de transporte | 10% | 5 | 7 |
| Calidad de transporte e infraestructura vial | 7% | 6 | 6 |
| Clima y suelos | 5% | 5 | 7 |
| Aspectos Socioeconómicos | 4% | 7 | 8 |
| Costo por m ² | 5% | 6 | 7 |

En la tabla 38, se presenta el cálculo para determinar el lugar óptimo en el cual localizar a la planta según los factores ya establecidos.

Tabla 38. Cálculo del lugar óptimo para localizar la planta

| Planta Fabricadora de Pectinas | Ponderación | Lima | Lambayeque |
|--|--------------------|-------------|-------------------|
| Proximidad a la materia prima | 25% | 1 | 2,25 |
| Electricidad | 18% | 1,26 | 1,08 |
| Cercanía al mercado | 12% | 0,96 | 0,48 |
| Agua potable | 14% | 0,84 | 0,98 |
| Coste de transporte | 10 | 0,5 | 0,7 |
| Calidad de transporte e infraestructura vial | 7% | 0,42 | 0,42 |
| Clima y suelos | 5% | 0,25 | 0,35 |
| Aspectos Socioeconómicos | 4% | 0,28 | 0,32 |
| Total | 100% | 5,51 | 6,58 |

5.3.4. Micro localización

5.3.4.1. Método y alternativa elegida.

El método elegido para seleccionar el lugar adecuado para la implementación de la planta productora de pectina es el método de factores ponderados porque permite incorporar toda clase de consideraciones tanto valores cualitativos como cuantitativos, dándole un valor de importancia a cada factor relevante escogido. Además, es el método más útil para nuevas instalaciones industriales porque no se toma en cuenta instalaciones existentes, ni las distancias que las separarían. El análisis se realizará para 02 ciudades Motupe y Chiclayo pertenecientes al departamento de Lambayeque.

- Proximidad de materia prima

Favorece notablemente a Motupe porque es más cercana a la Agroindustria AIB ubicada en la misma ciudad de Motupe.

- Coste de transporte

El coste del transporte de materia prima será mayor para la ciudad de Chiclayo por estar ubicada a una distancia mayor de la Agroindustria AIB. Siendo la distancia desde Motupe a Chiclayo de 90 km. El transporte del ácido cítrico se efectuará desde Lima siendo Chiclayo más cercana a esta ciudad con una distancia de 770 km por carretera panamericana norte, y la distancia desde Motupe a Lima es de 782 km. El etanol será suministrado por la distribuidora Andesa ubicada en Manuel María Izaga 740, siendo lógicamente más lejana la ciudad de Motupe a 78,7 km aproximadamente.

El transporte del producto terminado a las demás empresas se muestra en la siguiente tabla 39:

Tabla 39. Distancia entre Motupe y el mercado demandante de pectinas

| Mercado | Distrito ó provincia | Distancia (km) |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|
| | Huachipa | 807,2 |
| | Santa Anita | 843,1 |
| Lima | Lurín | 825,1 |
| | San Isidro | 808 |
| | Ate Vitarte | 823 |
| Arequipa | Arequipa | 1 779 |
| La Libertad | Trujillo | 287,7 |
| Cajamarca | Cajamarca | 343,7 |
| Total | | 6 516,8 |

Fuente: Mapa Vial del Perú. Ministerio de Transportes y comunicaciones

Chiclayo tiene la menor distancia de recorrido en kilómetros a las fábricas de pectinas con 6299,4 km mientras que Motupe es 217,4 km más alejado. En la tabla 40, se aprecia las distancias entre Chiclayo y las ubicaciones en donde se encuentra las Fábricas de pectinas.

Tabla 40. Distancia entre Chiclayo y el mercado demandante de pectinas

| Mercado | Distrito ó provincia | Distancia (km) |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|
| | Huachipa | 795,2 |
| | Santa Anita | 831,1 |
| Lima | Lurín | 813,1 |
| | San Isidro | 796 |
| | Ate Vitarte | 811 |
| Arequipa | Arequipa | 1 779 |
| La Libertad | Trujillo | 209 |
| Cajamarca | Cajamarca | 265 |
| Total | | 6 299,4 |

Fuente: Mapa Vial del Perú. Ministerio de Transportes y comunicaciones

- Agua

El consumo de agua para la Fábrica se realizará a través de la construcción de pozos tubulares mediante la explotación de agua subterránea.

- Coste de la tierra

El precio por m² en la ciudad de Chiclayo específicamente en el parque industrial es de 75 \$/m². El precio por m² en la ciudad de Motupe es de 24 \$/m². El precio favorece a instalar la planta industrial en la ciudad de Motupe.

- Transporte de mano de obra

El transporte beneficia a la implementación de la planta industrial en la ciudad de Chiclayo porque en esta ciudad se encuentran mayor número de personas calificadas

para los puestos de trabajo, en cambio de elegirse Motupe se tendría que contratar un bus para transportar a los trabajadores desde Chiclayo hasta Motupe.

A) Método de factores ponderados:

Las ponderaciones de los 05 factores más relevantes en las dos ciudades se indican en la tabla 41.

Tabla 41. Método de factores ponderados

| Factor | Ponderación | Motupe | Chiclayo |
|----------------------|--------------------|---------------|-----------------|
| Coste de transporte | 25% | 5 | 7 |
| Agua | 20% | 6 | 6 |
| Prox. Materia prima | 30% | 9 | 6 |
| Coste de tierra | 10% | 8 | 5 |
| Transp. Mano de obra | 15% | 4 | 8 |
| Total | 100% | | |

Los resultados y el cálculo de la localización de la planta se muestran en la tabla 42.

Tabla 42. Cálculo del lugar óptimo para la localización de la planta

| Factor | Ponderación | Motupe | Chiclayo |
|----------------------|--------------------|---------------|-----------------|
| Coste de transporte | 25% | 1,25 | 1,75 |
| Agua | 20% | 1,2 | 1,2 |
| Prox. Materia prima | 30% | 2,7 | 1,8 |
| Coste de tierra | 10% | 0,8 | 0,5 |
| Transp. Mano de obra | 15% | 0,6 | 1,2 |
| Total | 100% | 6,55 | 6,45 |

En la figura 08, se observa el plano de la ciudad de Motupe y el lugar óptimo en donde ubicar a la Fábrica de pectina, el cual está en la Av. Ricardo Bentin, la cual es la misma avenida en donde está ubicada la Agro Industria AIB facilitando el transporte de la cáscara de maracuyá.

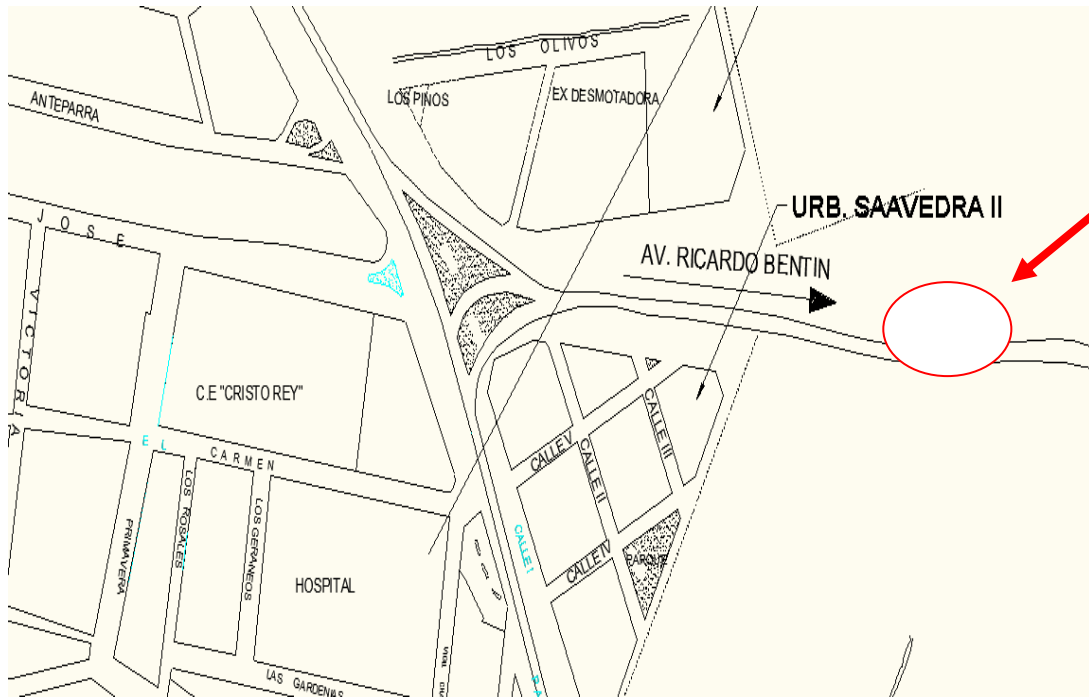


Figura 08. Plano de la ciudad de Motupe
 Fuente: Municipalidad Distrital de Motupe

5.4. Tamaño de planta

5.4.1. Tamaño – mercado

Según la relación tamaño de planta y el mercado, se observa que existe una demanda insatisfecha de pectinas en el Perú (Ver tabla 16) la cual es abastecida en su mayoría por las importaciones realizadas por países productores de pectina como es el caso de Brasil, Dinamarca, México, Alemania, Suiza. Las empresas extranjeras que exportan pectina hacia Perú y sus cantidades exportadas se muestran en la siguiente tabla 43:

Tabla 43. Principales Empresas extranjeras a las cuales se les importa pectina a nivel nacional desde 2005 – 2011

| Año | Empresas extranjeras que exportan pectina hacia Perú en kilogramos | | | |
|------|--|--------------|------------------|--------------|
| | Braspectina | Cp Kelco APS | Grindsted Pectin | Obipektin AG |
| 2011 | 88 200 | 21 805 | 157 875 | 14 000 |
| 2010 | 27 275 | 24 451 | 193 785 | 9 000 |
| 2009 | 68 975 | 30 700 | 130 850 | 14 020 |
| 2008 | 72 000 | 47 970 | 87 025 | 10 000 |
| 2007 | 41 000 | 10 550 | 123 325 | 17 100 |
| 2006 | 1 525 | 25 235 | 90 634 | 10 240 |
| 2005 | 0 | 20 632 | 79 500 | 22 600 |

El mercado está ocupado en su mayoría por industrias alimenticias entre las principales importadoras de pectinas se encuentra: Montana, Danisco, Gloria y Puratos. En la

siguiente tabla 44 se observa la cantidad en kilogramos importada de pectina a nivel nacional entre los años 2005 – 2011.

Tabla 44. Principales Empresas importadoras de pectina a nivel nacional desde 2005 – 2011

| Año | Importadores de pectina en kilogramos | | | |
|------|---------------------------------------|---------|--------------|--------------|
| | Gloria S.A. | Danisco | Montana S.A. | Puratos S.A. |
| 2011 | 120 000 | 11 305 | 112 700 | 18 125 |
| 2010 | 118 800 | 95 114 | 40 675 | 34 600 |
| 2009 | 80 000 | 77 950 | 86 575 | 37 787 |
| 2008 | 41 500 | 89 414 | 82 000 | 36 262 |
| 2007 | 63 800 | 64 775 | 61 100 | 11 253 |
| 2006 | 39 984 | 68 920 | 35 025 | 10 200 |
| 2005 | 38 000 | 62 132 | 22 600 | 27 596 |

5.4.2. Tamaño – costos de producción

5.4.2.1. Costos de transporte de materias primas

El costo de transportar la materia prima desde la agroindustria AIB hacia la ubicación anteriormente elegida en la ciudad de Motupe y tomando en cuenta el abastecimiento diario de la cáscara de maracuyá para evitar su descomposición. El consumo de diesel en este caso es de 8 litros diarios, siendo el costo del combustible total diario de 9,52 dólares diarios.

5.4.2.2. Coste de distribución del producto

La distribución del producto se realizará en camiones propios de la Empresa los cuales abastecerán de las cantidades necesarias de pectinas a las Empresas Importadoras. Estas empresas después de realizada la identificación del mercado demandante son principalmente: Puratos S.A, Gloria S.A., Montana S.A y Danisco S.A.C.

En la siguiente tabla 45, se presenta la tendencia de cada Empresa en cuanto a la cantidad de pectina (kg) que importan por pedido y así realizar una estimación del máximo y mínimo de pedidos que realizan.

Se deduce de la tabla 45, que los pedidos fluctúan entre los 300 y 20 000 kg, siendo Montana la Empresa que realizó mayores pedidos, seguido por Danisco y Gloria quienes realizaron 8 pedidos cada una.

Tabla 45. Cantidad de pedidos realizados por las principales Empresas Importadoras de pectina en el año 2010

| Empresa Imp. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Prom. |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|------------|--------------|
| Puratos | 9 600 | 17 185 | 7 320 | 299 | 470 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 368 |
| Montana | 10 000 | 10 000 | 5 275 | 2 000 | 4 000 | 5 000 | 2 000 | 2 000 | 400 | 5 034 |
| Danisco | 12 125 | 8 004 | 4 525 | 5 350 | 2 200 | 4 850 | 300 | 57 684 | 0 | 11 880 |
| Gloria | 20 000 | 10 000 | 10 000 | 5 000 | 10 000 | 7 000 | 5 000 | 6 800 | 0 | 9 225 |
| Total | 51 725 | 45 189 | 27 120 | 12 649 | 16 670 | 16 850 | 7 300 | 66 484 | 400 | 9 377 |

Fuente: Aduanas

La siguiente tabla 46, muestra la ubicación de cada empresa importadora de pectina, la distancia desde la planta hacia las principales empresas (km), la cantidad de litros de diesel que se deberán usar y además del costo total de transporte de un viaje (ida y vuelta).

Tabla 46. Dispersión geográfica de los demandantes, distancia en km de la Planta a cada Empresa, consumo y costo de diesel

| Empresas Demandantes | Departamento | Distrito | Distancia (km) | Diesel (lt) | Costo total |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Gloria S.A. | Lima | Huachipa | 795,2 | 636,16 | 1 514,06 |
| | Arequipa | Arequipa | 1 779 | 1 423,2 | 3 387,22 |
| | Cajamarca | Cajamarca | 265 | 212 | 504,56 |
| | La Libertad | Trujillo | 209 | 167,2 | 397,94 |
| Montana S.A. | Lima | Santa Anita | 831,1 | 664,88 | 1 582,41 |
| | Lima | Lurín | 813,1 | 650,48 | 1 548,14 |
| Danisco S.A.C | Lima | San Isidro | 796 | 636,8 | 1 515,58 |
| Puratos S.A | Lima | Ate | 811 | 648,8 | 1 544,14 |

Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones. Mapa Vial del Perú

Para determinar el número de viajes a cada Empresa Demandante de pectinas, se debe estimar el porcentaje de participación de mercado a cada una de estas principales importadoras, según la producción anual de pectinas, tal como se indica en la tabla 47.

Se deduce de la tabla 47, que se suministrará de una mayor cantidad de pectina a Montana porque su demanda es continua, además cada pedido es de una cantidad regular, siendo acorde con la producción programada de pectina. En segundo lugar se abastecerá a Gloria y Danisco con una participación en el total de su consumo del 20% y 14% respectivamente, se elige a estas Empresas porque tienen un mayor número de pedidos asegurando una constante compra de pectina para la Empresa. El abastecimiento a Puratos es pequeño porque la mayoría de sus pedidos son de

cantidades muy grandes las cuales debido a tamaño y capacidad de planta no se podría cubrir. En casos de imprevistos o compras por parte de pequeñas empresas se producirá 800 kg para poder participar en un 9% del consumo de estas pequeñas empresas.

Tabla 47. Abastecimiento a cada Importadora y la participación en el consumo y producción total

| Empresa Import. | Demanda anual | Abastecimiento (kg) | Participación en producción % | Participación en consumo % |
|------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Puratos | 34 874 | 5 000 | 10% | 14% |
| Montana | 40 675 | 18 000 | 34% | 44% |
| Danisco | 95 038 | 13 700 | 26% | 14% |
| Gloria | 73 800 | 15 000 | 29% | 20% |
| Otros | 8 435 | 800 | 2% | 9% |
| Total | 252 822 | 52 500 | 100% | |

El número de viajes que se deberán realizar y el costo de distribuir el producto a cada una de estas Empresas, tomando en cuenta la cantidad de pedidos que se realiza por año y la producción total anual (52 500 kg), se presenta en la siguiente tabla 48:

Tabla 48. Número de pedidos y cantidad (kg) de cada pedido para abastecer a las principales importadoras de pectina en el primero año

| Empresa Import. | Abastec. (kg) | Promedio de pedido | Número de pedidos ó viajes | | | | | Costo/viaje \$ |
|------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Puratos | 5 000 | 11 368 | 5 000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 544,14 |
| Montana | 18 000 | 5 034 | 4 000 | 4 000 | 5 000 | 3 000 | 2 000 | 7 843,53 |
| Danisco | 13 700 | 11 880 | 5 000 | 5 000 | 3 700 | 0 | 0 | 4 546,75 |
| Gloria | 15 000 | 9 225 | 5 000 | 10 000 | 0 | 0 | 0 | 902,50 |
| Otros | 800 | | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 150,42 |
| Total | | | | | | | | 14 987,34 |

5.4.3. Tamaño - Tecnología

La tecnología se define como el conjunto de elementos que incluye el proceso, maquinarias y métodos, así mismo, el tamaño está en función al mercado de maquinarias y equipos, porque la cantidad en kilogramos a producir de pectina depende de la disponibilidad y existencia de activos de capital. El tamaño de la planta se define por la capacidad estándar de los equipos y máquinas existentes, por lo que el proyecto deberá fijar su tamaño de acuerdo a las especificaciones técnicas de la maquinaria.

La selección de la maquinaria para producir pectina se realizará eligiendo entre dos maquinas para cada proceso, las especificaciones de cada máquina se muestra en las siguientes tablas.

5.4.3.1. Proceso de lavado

En el proceso de lavado se utilizará una maquina de lavado de frutas o verduras, la siguiente tabla 49, muestra las especificaciones de las 02 máquinas a elegir:

Tabla 49. Proceso de lavado

| Especificaciones | Maq. 1 | Maq. 2 |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Fabricante | Shanghai Jiadi Machinery CO. Ltd | Kronen |
| Modelo | JD FX - 20 | Gewa 5000 v |
| Precio (Dólares) | 7 000 | 10 000 |
| País | Shanghai (China) | Alemania |
| Capacidad (Kg) | 20 000 | 15 000 |
| Consumo (kW) | 3,8 | 10,7 |
| Dimension (l x a x h) Mm | 4 500 x 1 000 x 1 400 | 4 813 x 1 332 x 1 500 |
| Material | Acero inoxidable | Acero inoxidable |

5.4.3.2. Proceso de cortado

La siguiente tabla 50, indica las especificaciones de las 02 máquinas de cortado:

Tabla 50. Proceso de cortado

| Especificaciones | Maq. 1 | Maq. 2 |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Fabricante | Urschel | Magurit |
| Modelo | GK - A | Margurit |
| Precio (Dólares) | 6 000 | 11 000 |
| País | Shanghai (China) | Austria |
| Capacidad (Kg) | 6 000 Kg | 4 500 Kg |
| Potencia (kW) | 1,5 | 0,9 |
| Dimension (l x a x h) Mm | 1 873 x 1 167 x 1 251 | 4 800 x 1 400 x 2 700 |

5.4.3.3. Proceso de escaldado o inactivado enzimático

Se presenta en la tabla 51, las especificaciones de la máquina de escaldado:

Tabla 51. Máquina de escaldado

| Especificaciones | | |
|-------------------------|-----------------------|----------|
| Modelo | DSB | 1067.7 |
| Precio | 30 000 | Dólares |
| País | Múnich | Alemania |
| Capacidad | 10 000 | Kg |
| Potencia | 16,5 | kW |
| Dimension (l x a x h) | 6 500 x 1 000 x 2 180 | Mm |
| Material | Acero inoxidable | |

Fuente: Genenmco 2011

5.4.3.4. Proceso de escurrido

En la tabla 52, se observa las características de las 02 fajas vibratorias:

Tabla 52. Faja vibratoria

| Especificaciones | Maq. 1 | Maq. 2 |
|-------------------------|---------------------|---------------------|
| Fabricante | Key Technology | Alibaba |
| Modelo | ISO FLO | ZGJ |
| Precio (Dólares) | 15 000 | 10 000 |
| País | Múnich (Alemania) | China |
| Capacidad (Kg) | 30 000 | 20 000 |
| Potencia (kW) | 1 | 1,1 |
| Dimension (l x a x h) | | |
| Mm | 4 700 x 1 220 x 800 | 3 000 x 2 000 x 630 |
| Material | Acero inoxidable | Acero inoxidable |

5.4.3.5. Proceso de molienda de cáscara

El pulverizador empleado para el molido de la cáscara seca, se indica en la tabla 53:

Tabla 53. Molino de cáscara

| Especificaciones | | |
|-------------------------|-----------------------|---------------|
| Modelo | Pulverizador | Veyco MPV 800 |
| Precio | 11 000 | Dólares |
| País | Lima | Perú |
| Capacidad | 6 000 | Kg |
| Potencia | 75 | kW |
| Dimension (l x a x h) | 3 500 x 2 000 x 4 300 | Mm |

Fuente: Veyco 2011

5.4.3.6. Proceso de secado de cáscara

Las especificaciones de los 02 secadores de túnel, se muestran en la siguiente tabla 54:

Tabla 54. Secador de túnel

| Especificaciones | Maq. 1 | Maq. 2 |
|-------------------------|------------------------|----------------------|
| Fabricante | Alibaba | DCL |
| Modelo | SSJ II | |
| Precio (Dólares) | 100 000 | 175 000 |
| País | Shanghai (China) | EEUU |
| Capacidad (Kg) | 24 000 | 30 000 |
| Potencia (kW) | 16,5 | 12 |
| Dimension (l x a x h) | | |
| Mm | 15 300 x 2 580 x 3 120 | 14 600 x 3000x 8 600 |
| Número de bandejas | 726 | 800 |
| Número de carretillas | 11 | 12 |

5.4.3.7. Proceso de mezclado de reactivos

En el proceso de mezclado de ácido cítrico y agua destilada, se usará una mezcladora siendo las especificaciones de las dos máquinas:

Tabla 55. Mezcladora en forma de V

| Especificaciones | Maq. 1 | Maq. 2 |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| Fabricante | Alibaba | Patterson Kelley |
| Modelo | B 4 200 CAL | Twin Shell dry blender |
| Precio (Dólares) | 60 000 | 70 000 |
| País | Taiwán | EEUU |
| Capacidad (l) | 6 000 | 4500 |
| Potencia (kW) | 7,5 | 5 |
| Dimension (l x a x h) | | |
| Mm | 5 800 x 3 270 x 1 560 | 4 700 x 2 113x 4 200 |
| Velocidad (rpm) | 9 | 9 |

5.4.3.8. Proceso de embolsado

En la siguiente tabla 56, se muestra el modelo de selladora para bolsas industriales y sus especificaciones:

Tabla 56. Selladora de bolsas industriales

| Especificaciones | | |
|-------------------------|-------------------|---------|
| Modelo | Pentron | |
| Precio | 350 | Dólares |
| País | Lima | Perú |
| Tamaño de bolsas | Máx. 55 | cm |
| Potencia | 0,4 | kW |
| Dimension (l x a x h) | 650 x 350 x 1 000 | mm |

Fuente: Mercadolibre 2011

5.4.3.9. Proceso de hidrólisis

Las especificaciones de los tanques reactor se indican en la siguiente tabla 57:

Tabla 57. Reactor de acero

| Especificaciones | Maq. 1 | Maq. 2 |
|-------------------------|----------------|-----------------|
| Fabricante | Ingor | Aaron Equipment |
| Modelo | REC C - 16 000 | EY – 545 |
| Precio (Dólares) | 65 000 | 80 000 (Usado) |
| País | EEUU | Francia |
| Capacidad (l) | 16 000 | 30 000 |
| Potencia (kW) | 11 | 12 |
| Dimension (D x a) Mm | 2 000 x 5 100 | 4 000 x 7 000 |
| Presión (psi) | 100 | 100 |
| Temperatura (°C) | 232 | 100 |

5.4.3.10. Proceso de filtrado

Se requiere un filtro prensa para el proceso de filtrado, en la siguiente tabla 58, se observan sus especificaciones de las dos máquinas:

Tabla 58. Filtro Prensa

| Especificaciones | Maq. 1 | Maq. 2 |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| Fabricante | Diemme | US Filter Dewatering |
| Modelo | GHT 4 x 4 2000 | 1200 V 30 - 35 |
| Precio (Dólares) | 100 000 | 90 000 |
| País | EEUU | EEUU |
| Capacidad (l) | 40 000 | 35 000 |
| Potencia (kW) | 5,5 | 7,5 |
| Dimension (l x a x h) | | |
| Mm | 11 000 x 2 500 x 4 000 | 9 000 x 2 500 x 4 000 |
| Presión (bar) | 30 | 20 |

5.4.3.11. Proceso de precipitado

Las especificaciones de las mezcladoras, se presentan en la siguiente tabla 59:

Tabla 59. Mezcladora bidimensional

| Especificaciones | Maq. 1 | Maq. 2 |
|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| Fabricante | Alibaba | Collete |
| Modelo | EYH 4000 | Mezcladora Continua |
| Precio (Dólares) | 15 000 | 18 000 |
| País | China | México |
| Capacidad (l) | 4 000 | 3500 |
| Potencia (kW) | 13 | 10 |
| Dimension (l x a x h) | | |
| Mm | 1 970 x 3 300 x 2 950 | 1820 x 1010 x 2113 |

5.4.3.12. Proceso de concentrado

Se requiere un tanque de calentamiento, y sus características de los dos tanques se muestran en la tabla 60:

Tabla 60. Tanque de calentamiento

| Especificaciones | Maq. 1 | Maq. 2 |
|-------------------------|---------------|-------------------|
| Fabricante | Alibaba | Aron equipment |
| Modelo | DY MT - 06 | Aaron 436 (Usado) |
| Precio (Dólares) | 20 000 | 15 000 |
| País | China | Francia |
| Capacidad (l) | 5 000 | 5000 |
| Potencia (kW) | 3 | 3 |
| Dimension (D x a) Mm | 2 000 x 4 250 | 1810 x 2000 |
| Temperatura (°C) | 0 – 100 | 0 – 100 |

5.4.3.13. Proceso de destilado de agua

En la siguiente tabla 61, se presentan sus especificaciones de la destiladora de agua:

Tabla 61. Destiladora de agua

| Especificaciones | | |
|-------------------------|-----------------------|---------|
| Modelo | 22J | UP1 |
| Precio | 15 000 | Dólares |
| País | EEUU | |
| Capacidad | 25 000 | l |
| Potencia | 4,75 | kW |
| Dimension (D x a) | 1 500 x 3 500 x 1 700 | mm |

Fuente: Equipnet 2011

5.4.3.14. Proceso de secado de pectina

El secado debe ser en ausencia de oxígeno, para esto se elige un secador de doble cono rotatorio al vacío, y las especificaciones de las 02 máquinas se aprecian en la siguiente tabla 62:

Tabla 62. Secador rotatorio al vacío

| Especificaciones | Maq. 1 | Maq. 2 |
|-------------------------|------------------|------------------|
| Fabricante | Equipnet | De Dietrich |
| Modelo | Gemco 60 | Vertical 3472 |
| Precio (Dólares) | 35 000 | 42 000 |
| País | Italia | Francia |
| Capacidad (l) | 4500 | 3 000 |
| Potencia (kW) | 15 | 15 |
| Temperatura (°C) | 0 – 121 | 0 - 100 |
| Dimension (D x a) Mm | 2 250 x 3 610 | 1580 x 3 061 |
| Material | Acero Inoxidable | Acero Inoxidable |

5.4.3.15. Tanque de almacenamiento de alcohol

Se requiere de tanques de acero inoxidable que no pueda ser corroído por el alcohol, las especificaciones que se requieren son las siguientes:

Tabla 63. Tanque de almacenamiento

| Especificaciones | | |
|-------------------------|---------------|---------|
| Modelo | Bertrams | JH 800 |
| Precio | 10 000 | Dólares |
| País | Francia | |
| Capacidad | 8 000 | l |
| Potencia | 3 | kW |
| Dimension (D x a) | 3 000 x 5 000 | mm |
| Presión | 4 | bar |

Fuente: Equipnet 2011

5.4.3.16. Proceso de molienda de pectina

Las especificaciones del pulverizador se observan en la siguiente tabla 64:

Tabla 64. Molino de pectina

| Especificaciones | | |
|-------------------------|-----------------------|---------------|
| Modelo | Pulverizador | Veyco MPV 400 |
| Precio | 9 000 | Dólares |
| País | Lima | Perú |
| Capacidad | 6 000 | Kg |
| Potencia | 30 | kW |
| Dimension (l x a x h) | 2 500 x 1 200 x 4 300 | mm |

Fuente: Veyco 2011

5.4.3.17. Proceso de rectificad de alcohol

La columna de rectificación y sus especificaciones se indican en la siguiente tabla 65:

Tabla 65. Columna de rectificación de alcohol

| Especificaciones | | |
|-------------------------|------------------------|----------------|
| Modelo | MSJX | JH 800 |
| Precio | 100 000 | Dólares |
| País | China | |
| Capacidad | 3200 | l |
| Potencia | 5,5 | kW |
| Dimension (D x a) | 4 200 x 1 800 x 18 000 | mm |
| Condensador | 45 | m ² |
| Evaporador | 26 | m ² |

Fuente: Alibaba 2011

Los criterios de selección de la maquinaria empleada para el proceso de extracción de pectina son:

- Selección:
 - Fabricante: Es importante seleccionar proveedores con experiencia y reconocimiento en la industria, cerciorarse de tener una relación de largo plazo con estos proveedores. Espacios necesarios para su instalación
- Técnicos:
 - Volúmen de producción: Capacidad de la máquina (de este criterio depende el número de maquinas que se requieren).
 - Flexibilidad de operación: La maquinaria deberá ser flexible y adaptarse al comportamiento de la demanda, minimizar costos de movimiento de materiales
- Económicos:
 - Costos de inversión
 - Consumo de energía eléctrica: kW/h
 - Período de vida útil: Se deberá considerar el tiempo en que la maquinaria estará en servicio.

Las máquinas y equipos requeridos se pueden adquirir en los mercados importados mediante empresas representantes. Se realizará la selección de la maquinaria, eligiendo entre dos posibles Empresas, estas máquinas serán evaluadas de acuerdo a los criterios de selección establecidos.

Los principales criterios de selección de maquinaria y su ponderación correspondiente, se muestran en la tabla 66:

Tabla 66. Selección de Maquinaria

| Criterios | Ponderación | Lavado | | Cortado | | Ecurrido | | Secado (Cáscara) | | Mezclado (Reactores) | | Hidrólisis ácida | | Filtrado | | Precipitado | | Concentrado | | Secado (Pectina) | |
|--|-------------|--------|-------|---------|-------|----------|-------|------------------|-------|----------------------|-------|------------------|-------|----------|-------|-------------|-------|-------------|-------|------------------|-------|
| | | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 |
| Costos de inversión | 30% | 9 | 7 | 9 | 6 | 8 | 9 | 9 | 6 | 8 | 7 | 9 | 8 | 9 | 9 | 9 | 7 | 8 | 8 | 9 | 8 |
| Capacidad de la máquina | 25% | 9 | 8 | 8 | 7 | 9 | 6 | 7 | 8 | 9 | 8 | 8 | 9 | 8 | 7 | 8 | 7 | 9 | 8 | 9 | 8 |
| Consumo de energía kW/h | 20% | 8 | 4 | 7 | 9 | 8 | 8 | 7 | 9 | 7 | 8 | 8 | 7 | 9 | 8 | 8 | 9 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| Fabricante | 15% | 7 | 9 | 8 | 8 | 9 | 7 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 9 |
| Minimizar costos de mov. Materiales | 5% | 8 | 7 | 9 | 7 | 7 | 8 | 9 | 5 | 8 | 9 | 9 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 7 | 8 | 9 |
| Disminución de los tiempos de producción | 5% | 8 | 8 | 9 | 7 | 8 | 6 | 8 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 9 | 8 | 7 | 7 | 8 | 7 |

Después de realizada la estimación de los valores ponderados para cada máquina propuesta, se calcula cual máquina seleccionar para cada proceso, multiplicando el criterio de ponderación por la estimación dada a cada máquina. El resultado de la ponderación se muestra en la siguiente tabla 67:

Tabla 67. Resultado de la aplicación del método de factores ponderados en la selección de la maquinaria

| Criterios | Ponderación | Lavado | | Cortado | | Ecurrido | | Secado (Cáscara) | | Mezclado (Reactores) | | Hidrólisis ácida | | Filtrado | | Precipitado | | Concentrado | | Secado (Pectina) | |
|--|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------|------------|----------------------|-------------|------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------------|------------|
| | | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 | Maq 1 | Maq 2 |
| Costos de inversión | 0,30 | 2,7 | 2,1 | 2,7 | 1,8 | 2,4 | 2,7 | 2,7 | 1,8 | 2,4 | 2,1 | 2,7 | 2,4 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,1 | 2,4 | 2,4 | 2,7 | 2,4 |
| Capacidad de la máquina | 0,25 | 2,25 | 2 | 2 | 1,75 | 2,25 | 1,5 | 1,75 | 2 | 2,25 | 2 | 2 | 2,25 | 2 | 1,75 | 2 | 1,75 | 2,25 | 2 | 2,25 | 2 |
| Consumo de energía kW/h | 0,20 | 1,6 | 0,8 | 1,4 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,4 | 1,8 | 1,4 | 1,6 | 1,6 | 1,4 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,8 | 1,4 | 1,4 | 1,6 | 1,6 |
| Fabricante | 0,15 | 1,05 | 1,35 | 1,2 | 1,2 | 1,35 | 1,05 | 1,05 | 1,2 | 1,05 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,35 | 1,2 | 1,05 | 1,2 | 1,05 | 1,2 | 1,2 | 1,35 |
| Mínimizar costos de mov. Materiales | 0,05 | 0,4 | 0,35 | 0,45 | 0,35 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,25 | 0,4 | 0,45 | 0,45 | 0,35 | 0,35 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,45 | 0,35 | 0,4 | 0,45 |
| Disminución de los tiempos de producción | 0,05 | 0,4 | 0,4 | 0,45 | 0,35 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,25 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,35 | 0,45 | 0,4 | 0,35 | 0,35 | 0,4 | 0,35 |
| TOTAL | 1,00 | 8,4 | 7,0 | 8,2 | 7,3 | 8,4 | 7,6 | 7,75 | 7,3 | 7,9 | 7,75 | 8,4 | 8,0 | 8,6 | 8,0 | 8,2 | 7,65 | 7,9 | 7,7 | 8,6 | 8,2 |

5.4.4. Tamaño – Materia prima

5.4.4.1. Estacionalidad y perecibilidad de materias primas

La materia prima (residuo cáscara de maracuyá) será suministrada por la Agro Industria AIB, en este caso no existe estacionalidad de la materia prima, AIB produce jugo de maracuyá todos los meses del año desechando grandes cantidades de este residuo. La perecibilidad de la materia prima es un punto fundamental para la obtención de la materia prima y el tamaño de la Fábrica, el suministro debe ser diario y se debe abastecer de sólo lo que se necesita para ese día y evitar almacenar cáscara de maracuyá porque esta pierde sus propiedades gelificantes y su contenido de ácido galacturónico al almacenarse por un prolongado tiempo.

5.4.4.2. Disponibilidad de materia prima e insumos

La Disponibilidad de la materia prima cumple con los requerimientos para la producción de pectina, se suministra de la materia prima por parte de la agroindustria AIB la cual requiere deshacerse rápidamente de la cáscara de maracuyá. La disponibilidad de insumos en el caso del etanol, ácido cítrico y agua, están disponibles en el mercado y son fáciles de adquirir.

5.4.4.3. Disponibilidad de terreno apto

La disponibilidad de un terreno que se adecue a los requerimientos de la fábrica de producción de pectina no es complicada, debido a que el proceso no requiere la cosecha, siembra o cultivo de alguna materia prima o insumo, el único factor considerable es un buen alumbrado y su cercanía a una red de tendido eléctrico para un buen abastecimiento de kW.

5.4.4.4. Disponibilidad de mano de obra

Al ser ubicada la planta en el Departamento de Lambayeque, específicamente en la ciudad de Motupe la disponibilidad de mano de obra no sería un impedimento ya que según el INEI la población económicamente activa tiene un porcentaje de habitantes desocupados del 4 % en el Departamento de Lambayeque.

5.4.5. Tamaño – Inversión

Según Gaviria (2005), la inversión estimada que se realizó en la planta piloto de pectina es de U\$ 37 726, 832, para una producción anual de 2 640 kg de pectina. En este caso se espera que la producción anual de esta Planta industrial sea de 52 500 kg de pectina. Se puede determinar un aproximado de cuanto se tendría que invertir, usando la siguiente fórmula.

$$I_2 = I_1 = \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^X$$

Donde:

Q_1 = Capacidad conocida = 2 640

Q_2 = Capacidad deseada = 52 500

I_1 = Inversión conocida para Q_1 = U\$ 37 726, 832

I_2 = Inversión deseada para $Q_2 = i$?

X = Factor Costo – Capacidad = 0,6 (regla de los seis décimos)

Por lo tanto obtenemos:

$$I_2 = 37\,726,832 \times \left(\frac{52\,500}{2\,640} \right)^{0,6} = 226\,829,82$$

La inversión estimada para poner en marcha la implementación de una planta productora de pectina será de U\$. 226 829, 82.

5.4.6. Tamaño Financiamiento

De acuerdo a la inversión estimada de \$ 226 829, 82 para la construcción e implementación de la planta de pectina, se realiza un préstamo de tipo Empresa en la entidad bancaria BCP (Banco de Crédito), el tipo de financiamiento es el denominado Leasing el cual es una alternativa de financiamiento a mediano, largo plazo que permite adquirir activos fijos financiados por el Banco a cambio del pago de cuotas periódicas por un periodo determinado. El Banco permite realizar un cálculo de acuerdo a la cantidad financiada, el plazo de pago y la cuota inicial. La tasa efectiva anual para este tipo de préstamos es del 15%. Al ser una Empresa nueva para acceder a un financiamiento se debe incurrir con un porcentaje de capital propio mayor al financiado, de esta manera se elige un 70% de fondos propios y un 30% de financiamiento de la inversión total.

- Datos
 - Plazo: 60 meses (05 años)
 - Tipo del bien: maquinaria y equipo
 - Valor: \$ 68 048,9
 - T.E.A.: 15,00%

Los totales a pagar es de:

- Amortización: 57 668,56
- Interés: 22 946,13
- Cuota: 81 975,67
- IGV: 14 755,62

El total a pagar mensualmente en los próximos 60 meses será de \$ 1 585,52 dólares y la cuota total a pagar será de \$ 96 731, 29 dólares.

5.4.7. Justificación de la ubicación y localización de la planta

Se justifica en primer lugar ubicar la planta en el departamento de Lambayeque porque el factor fundamental de cercanía a la materia prima es favorable para esta zona, a parte el clima que presenta la Ciudad de Motupe es favorable para una mejor calidad de la maracuyá, además de poseer la mayor producción a nivel nacional de maracuyá, y también el mayor porcentaje de destino de esta maracuyá es para agroindustrias lo cual es favorable porque estas agroindustrias serán las que suministrarán a la Fábrica de pectinas. La ubicación en la Av. Ricardo Bentin favorecerá en el transporte de la cáscara de maracuyá al ubicarse en esta misma avenida la Agro Industria AIB.

5.5. Ingeniería y tecnología

5.5.1. Diagrama de flujo

En la siguiente figura 09, se muestra el diagrama de flujo.

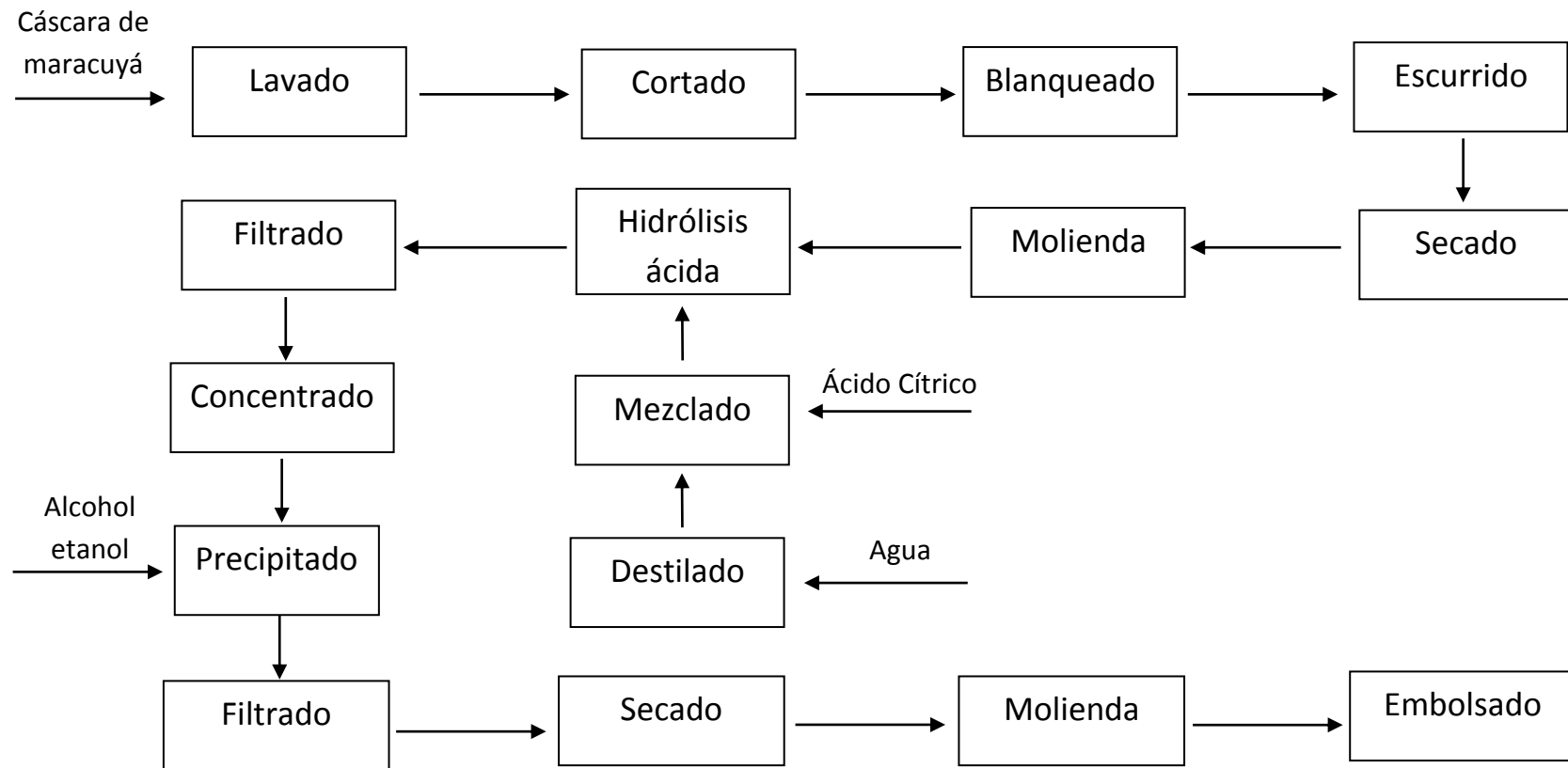


Figura 09. Diagrama de flujo de la producción de pectina

5.5.2. Diagrama del proceso de recorrido

A continuación se muestra el diagrama detallado del proceso de recorrido desde la entrada de cáscara de maracuyá en el almacén de materia prima hasta el almacenaje de la pectina obtenida:

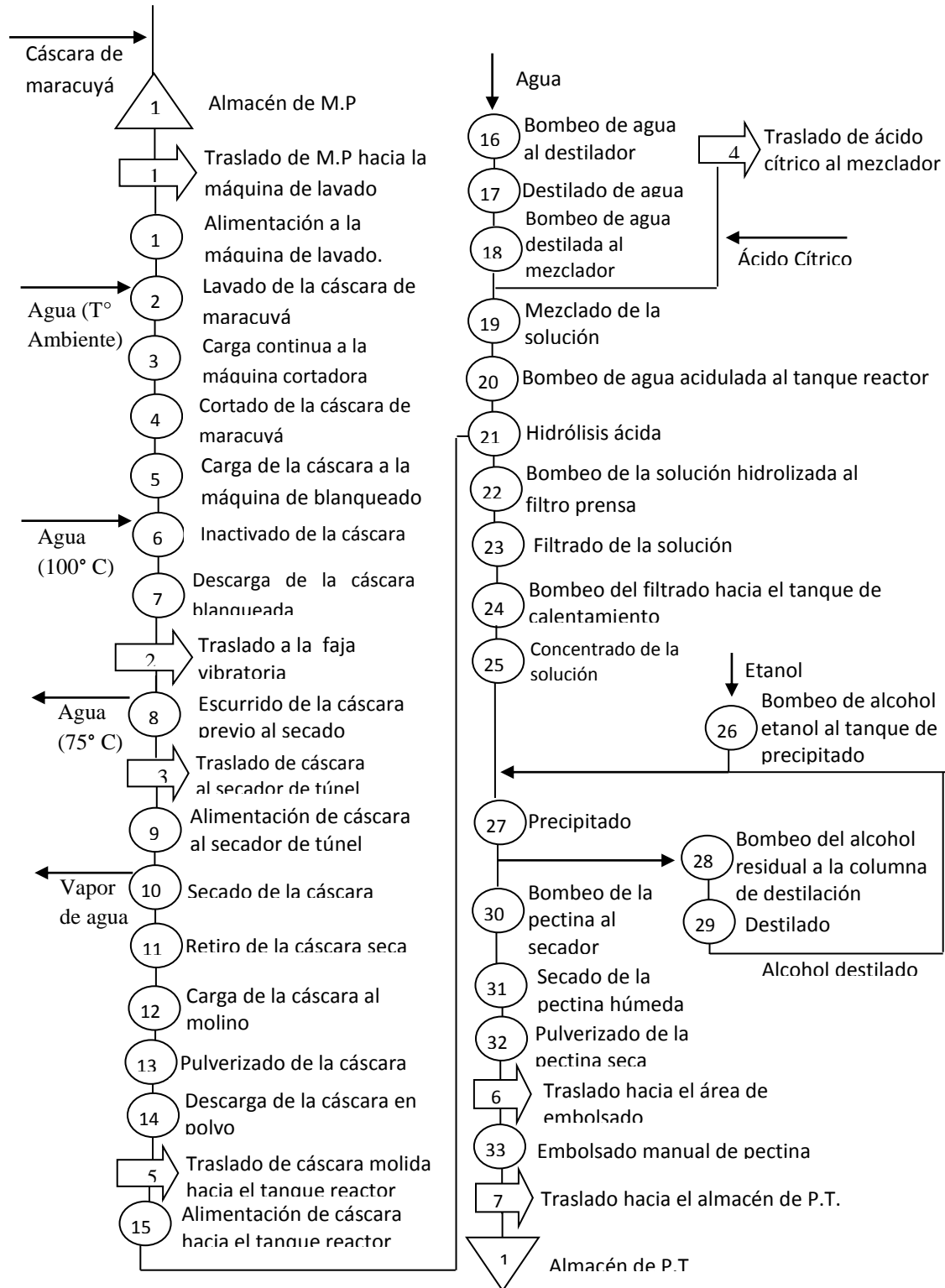


Figura 10. Diagrama del proceso de recorrido

5.5.3. Diagrama de recorrido

En la siguiente figura 11, se muestra el diagrama de recorrido de la fábrica de pectina:

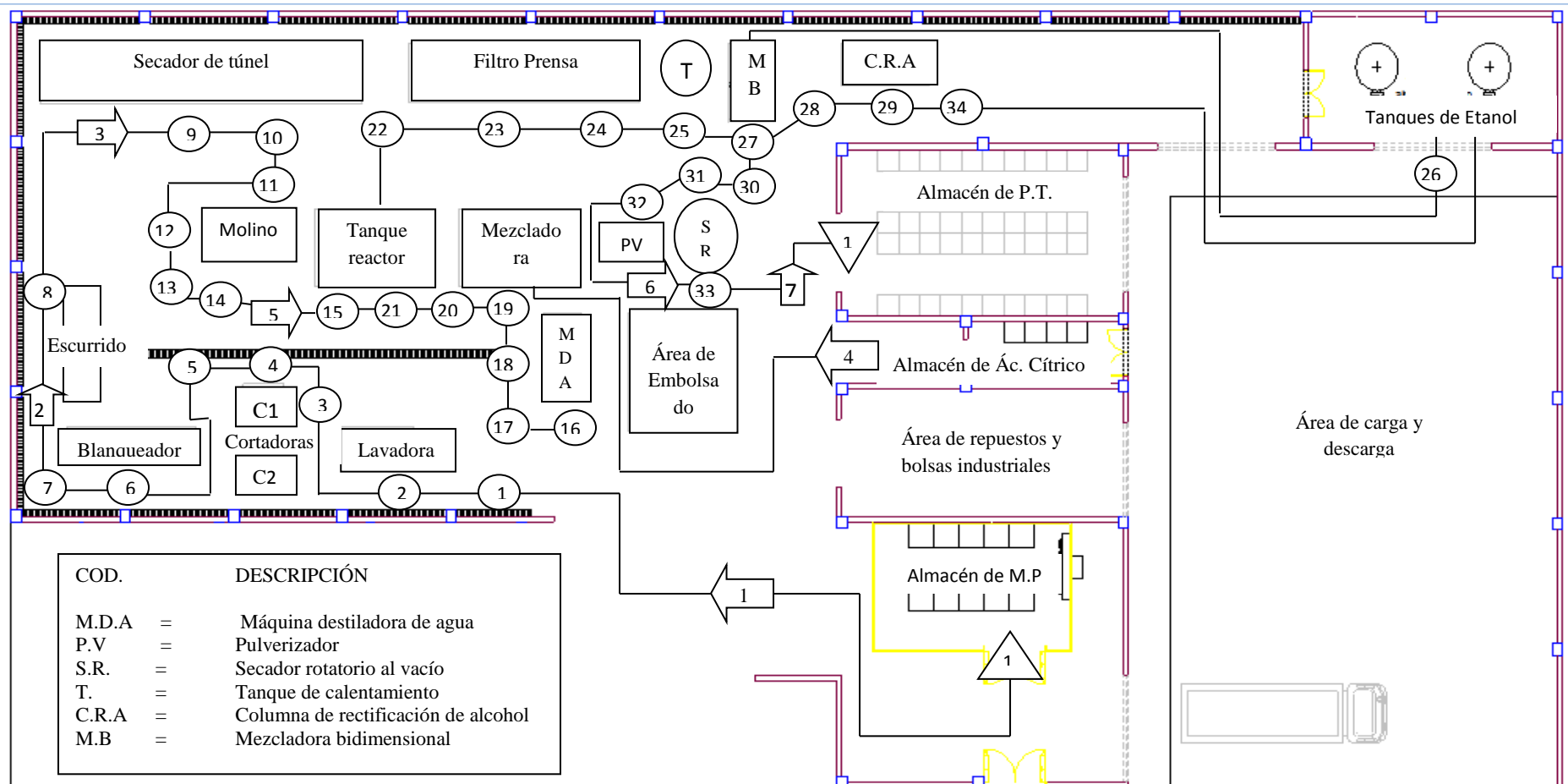


Figura 11. Diagrama de recorrido

5.5.4. Indicadores de producción

El tipo de producción que se realiza para la obtención de pectina es intermitente (por batch) porque la cáscara de maracuyá es sometida a un cambio después del cual (un periodo de tiempo) se retira la pectina como producto final.

5.5.4.1. Producción de pectina

La proyección de la producción de pectina anual, mensual, diario y por hora para los siguientes 05 años se puede apreciar en la siguiente tabla 68.

Tabla 68. Producción de pectina en kilogramos

| Periodo | Producción Anual | Producción mensual | Producción diaria | Producción hora |
|---------|------------------|--------------------|-------------------|-----------------|
| Año 1 | 52500 | 4375 | 175 | 25,00 |
| Año 2 | 75 600 | 6 300 | 252 | 36,00 |
| Año 3 | 109 200 | 9 100 | 364 | 52,00 |
| Año 4 | 153 300 | 12 775 | 511 | 73,00 |
| Año 5 | 180 600 | 15 050 | 602 | 86,00 |

En la siguiente tabla 69, se muestra los indicadores de producción principales en la producción de pectina.

Tabla 69. Indicadores de producción

| Indicador de producción | Fórmula | Resultado |
|---|--|--|
| Eficiencia Física | $\frac{\text{Salida útil de M. P.}}{\text{Entrada de M. P.}}$ | $\frac{175 \text{ kg}}{10\,328 \text{ kg}^5} = 0,0169$ |
| Productividad (Respecto a la mano de obra) | $\frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Cantidad de recurso empleado}}$ | $8,33 \frac{\text{kg}}{\text{operario}} * \text{día}$ |
| Productividad (Respecto a la materia prima) | $\frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Cantidad de recurso empleado}}$ | $0,0169 \text{ kg} \frac{\text{pectina}}{\text{m.p}} * \text{día}$ |

La eficiencia física nos dice que por cada 10 328 kg de cáscara de maracuyá fresca, su aprovechamiento útil es de 0,0169 kg, luego hay una pérdida de 10 327,98 de materia

⁵ Ver tabla 34. Requerimiento diario de cáscara en kilogramos para producir pectina

prima como desecho en el proceso. Se puede observar que la productividad de cada operario por día es de 8, 33 kg, si después se realiza una mejora en la productividad este valor deberá aumentar. La eficiencia con que se emplea la materia prima para la producción de pectina llega a 0,0169 kg de pectina por kilogramo de cáscara de maracuyá como materia prima.

5.5.4.2. Número de operarios requeridos para la producción

En primer lugar se debe hallar el indicador de productividad siendo su fórmula:

$$IP = \frac{D}{T} = \frac{175 \text{ kg}}{840 \text{ min}} = 0,208 \text{ kg/min}$$

Donde:

D = Demanda por periodo (175 kg/día)

T = Tiempo por periodo (14 horas * 60 min = 840 min/día)

El tiempo que se tomará como indicador es el total de horas en que el operario se mantiene laborando al día en este caso para obtener una producción de 175 kg/día; se requiere de dos turnos de trabajo al día, cada turno es de 8 horas (16 hr/día) con 1 hora de refrigerio para cada turno (14 hr/día).

Para hallar el número de operarios necesarios para el arranque de la producción, se aplica la siguiente fórmula:

$$NO = \frac{TE \times IP}{EP}$$

Donde:

NO = Número de operarios

IP = Indicador de productividad (0,208 kg/min)

EP = Eficiencia planeada (90%)

TE = Tiempo estándar de cada operación

En la siguiente tabla 70, se observa el número teórico y real de operarios necesarios para cada operación:

Tabla 70. Tiempos estándar por operación y número teórico y real de operarios

| Número de operación | Descripción de operación | TE (Min) | Nº ope. por operación | Nº ope. Real |
|---------------------|--|-------------|-----------------------|--------------|
| 1 | Traslado de cáscara desde el almacén de M.P a la máquina de lavado | 4 | 0,9 | 1 |
| 2 | Alimentación a la máquina de lavado continuo | 15 | 3,5 | 3 |
| 3 | Carga de la cáscara a la máquina de blanqueado | 15 | 3,5 | 3 |
| 4 | Alimentación de cáscara al secador de túnel | 17 | 3,9 | 4 |
| 5 | Retiro de la cáscara seca del secador de túnel | 5 | 1,2 | 1 |
| 6 | Carga de cáscara seca al molino | 3 | 0,7 | 1 |
| 7 | Descarga de la cáscara en polvo | 3 | 0,7 | 1 |
| 8 | Traslado de ac cítrico hacia el mezclador | 2,5 | 0,6 | 1 |
| 9 | Traslado de cáscara molida hacia el tanque reactor | 2 | 0,5 | 1 |
| 10 | Alimentación de cáscara seca hacia el tanque reactor | 2 | 0,5 | 1 |
| 11 | Traslado de pectina seca la cabeza del pulverizador | 2 | 0,5 | 1 |
| 12 | Embolsado manual de pectina | 15 | 3,5 | 3 |
| Total | | 85,5 | 19,76 | 21 |

De acuerdo a la tabla anterior, el número de operarios total que se requiere es de 21 trabajadores por día.

5.5.5. Balance de materiales

Se realiza el balance de materiales del proceso de extracción para cada máquina, teniendo como base un día de producción de 175 kg de pectina.

Guidi (2010) propone cantidades de materia e insumos utilizados para la extracción de pectina en su proyecto de “Obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá mediante hidrólisis ácida”, los cuales han sido utilizados como base para el balance de materiales descrito a continuación:

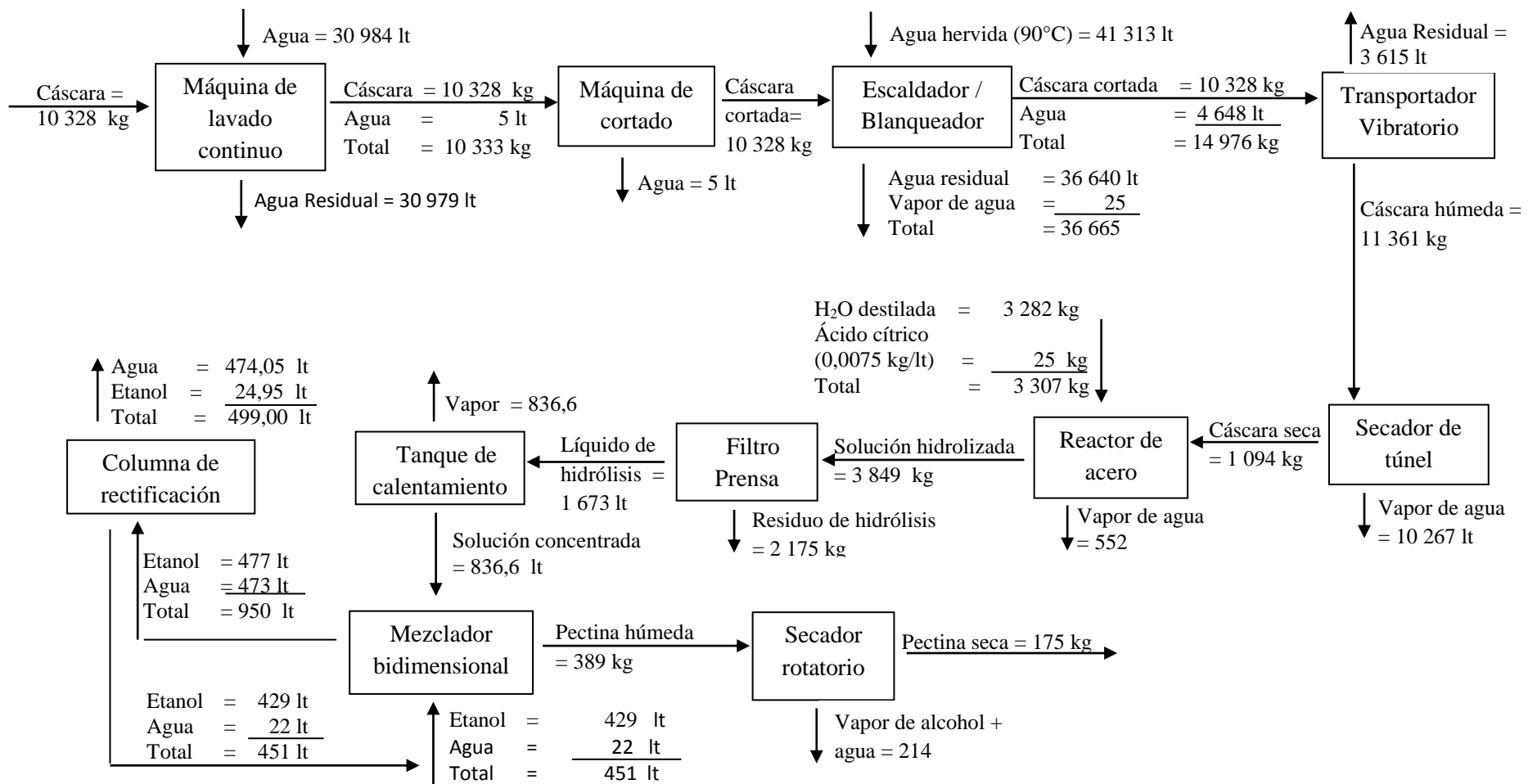


Figura 12. Balance de Materia Prima

5.5.6. Balance de energía

5.5.6.1. Balance en el secador de túnel

1. Cantidad de calor necesario:(Cáscara seca)

$$Q = m * Cp * \Delta T$$

Donde:

$$\begin{aligned} m &= 1\,094 \text{ kg} \\ Cp &= 0,9 \text{ Kcal/kg} \\ \Delta T^\circ &= (45-25)^\circ\text{C} = 20^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$Q = 1\,094 * 0,9 * 20 \text{ Kcal/día}$$

$$Q = 19\,692 \text{ Kcal/día}$$

2. Cantidad de calor necesario:(Agua en la cáscara)

$$Q = m * Cp * \Delta T$$

Donde:

$$\begin{aligned} m &= 10\,267 \text{ lt} \\ Cp &= 1 \text{ Kcal/kg} \\ \Delta T &= (45-25)^\circ\text{C} = 20^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$Q = 10\,267 * 1 * 20 \text{ Kcal/día}$$

$$Q = 205\,340 \text{ Kcal/día}$$

5.5.6.2. Balance en el blanqueador/escaldador

Calor requerido: (Cáscara lavada)

$$\begin{aligned} m &= 10\,328 \text{ kg} \\ Cp &= 0,9 \text{ Kcal/kg} \\ \Delta T &= (90-15)^\circ\text{C} = 75^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$Q = m * Cp * \Delta T$$

$$Q = 10\,328 * 0,9 * 75$$

$$Q = 697\,140 \text{ Kcal/día}$$

5.5.6.3. Balance en el tanque reactor

$$\% \text{ de agua en la mezcla} = \frac{3\,282}{4\,401} * 100 = 74,57 \%$$

$$Q = 4\,401 \text{ kg} * \frac{1 \text{ kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * (80 - 20)^\circ\text{C}$$
$$Q = 264\,060 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

5.5.6.4. Balance en el tanque de calentamiento

3. Cantidad de calor necesario

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

Donde:

$$\begin{aligned} m &= 1\,636 \text{ lt} \\ C_p &= \text{Calor específico} = 1 \text{ Kcal/kg }^\circ\text{C} \\ \Delta T &= (100-20)^\circ\text{C} = 80^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$Q = 1\,636 * 1 * 80$$

$$Q = 130\,880 \text{ Kcal/día}$$

4. Masa de vapor

$$m = \frac{Q}{H_{\text{vap}} - H_{\text{liq}}} = \frac{130\,880}{639 - 100}$$

$$m = 242,82 \text{ kg/día}$$

5.5.6.5. Balance en el secador rotatorio al vacío

1. Calor necesario

$$Q = U * D * \Delta T_m$$

Donde:

Q = Calor necesario

U = Coeficiente total de transferencia de calor

U = 29,2 Kcal/hr x m² x °C (Para un secador rotatorio al vacío)

D = 2,25 m (Diámetro del secador rotario)

ΔT_m = Temperatura media logarítmica entre las diferencias de la temperatura del vapor de aire en la entrada y salida del secador.

Temperatura de entrada del vapor de aire = 55°C

Temperatura de salida del vapor de aire = 75°C

Entonces:

$$\Delta Tm = \frac{T1 - T2}{\ln(T1/T2)}$$

$$\Delta Tm = \frac{75 - 55}{\ln(75/55)}$$

$$\Delta Tm = 65,3$$

Por lo tanto:

$$Q = 29,2 \frac{Kcal}{hr * m2 * ^\circ C} * 2,25 * 65,3$$

$$Q = 4 290,2 Kcal/hr$$

5.6. Programa de ventas

De acuerdo a la demanda anual de pectina que se desea abastecer se realiza el programa de ventas el cual se muestra en la siguiente tabla 71:

Tabla 71. Programa de ventas proyectado para los próximos 05 años

| Periodo | Kilogramos | Precio | Ingresos |
|---------|------------|--------|-----------|
| Año 1 | 52 500 | 13 | 682 500 |
| Año 2 | 75 600 | 14 | 1 058 400 |
| Año 3 | 109 200 | 14 | 1 528 800 |
| Año 4 | 153 300 | 15 | 2 299 500 |
| Año 5 | 180 600 | 15 | 2 709 000 |

5.7. Programa de producción

En primer lugar se calcula el inventario final que se deberá disponer de pectina, de esta manera se tendrá una protección para evitar faltantes o incurrir en costos por ventas perdidas generando clientes insatisfechos.

$$D = 52 500 \text{ kg}$$

$$Cp = 50 \text{ dólares por pedido}$$

$$Ch = 0,50 \text{ dólares por unidad}$$

$$Q_{\text{optima}} = \sqrt{\frac{2 \times D \times Cp}{Ch}} = \sqrt{\frac{2 \times 52 500 \times 50}{0,50}} = 3 240 \text{ kg}$$

Donde:

- D = Demanda anual en el Año 1
 C_p = Costos de pedido
 Ch = Costo de mantenimiento
 $Q_{\text{óptima}}$ = Cantidad óptima de inventario

El inventario en stock que se deberá tener es de 3 240 kilogramos, en la siguiente tabla 72 se observa el programa de producción descrito.

Tabla 72. Plan de producción proyectados para los próximos 05 años

| Periodo | Inventario Inicial | Producción | Total | Ventas | Inventario Final |
|--------------------------|--------------------|---------------|---------------|--------------|------------------|
| 1 mes | 0 | 7 615 | 7 615 | 4375 | 3 240 |
| 2 mes | 3 240 | 4 375 | 7 615 | 4375 | 3 240 |
| 3 mes | 3 240 | 4 375 | 7 615 | 4375 | 3 240 |
| Total 1 Trimestre | 6 481 | 13 125 | 19 606 | 13125 | 9 721 |
| 4 mes | 3 240 | 4 375 | 7 615 | 4375 | 3 240 |
| 5 mes | 3 240 | 4 375 | 7 615 | 4375 | 3 240 |
| 6 mes | 3 240 | 4 375 | 7 615 | 4375 | 3 240 |
| 2 do trimestre | 9 721 | 13125 | 22 846 | 13125 | 9 721 |
| 3 er trimestre | 9 721 | 13125 | 22 846 | 13125 | 9 721 |
| 4 to trimestre | 9 721 | 13125 | 22 846 | 13125 | 9 721 |
| 1 año | | | | 52 500 | |
| 2 año | | | | 75 600 | |
| 3 año | | | | 109 200 | |
| 4 año | | | | 153 300 | |
| 5 año | | | | 180 600 | |

5.8. Distribución de planta

5.8.1. Tipo de distribución de planta.

El tipo de diseño de planta es el enfocado en el producto, ya que es sólo un producto y no una rama de productos los cuales se van a producir. En este caso el diseño enfocado en el proceso ofrece la ventaja de que los tipos de equipo que un producto necesite se arreglen en la secuencia adecuada para no incurrir en tiempos muertos, al ser un sólo producto el cual se va a obtener, se puede organizar los equipos de una manera más eficiente y menos trabajosa.

La determinación de las distribuciones parciales consiste en analizar las ubicaciones posibles de las estaciones de trabajo, el cual generalmente depende del tipo de

producción. En este caso al ser únicamente pectina el producto que se elabore, pertenece a un tipo de producción simple para el cual se usará un diagrama de operaciones en la distribución de planta. La ubicación elegida para esta producción es en forma de U, al no poseer terrenos tan largos que permitan un extenso proceso ubicado en línea recta, que únicamente tiene una vuelta y es la unión de dos flujos en línea recta, ahorrándose de esta manera grandes extensiones de terreno.

5.8.2. Plan de distribución de planta.

5.8.2.1. Análisis de proximidad de áreas

Se utiliza el método de relación razón – valor para determinar la distribución de las diferentes áreas de acuerdo a las relaciones de cercanía o proximidad entre cada sector o área. En la tabla 73, se aprecia los valores de proximidad para diseñar la distribución de planta.

Tabla 73. Valores de proximidad

| Código | Valor de proximidad |
|---------------|----------------------------|
| A | Absolutamente necesario |
| E | Especialmente necesario |
| I | Importante |
| O | Normal u ordinario |
| U | Sin importancia |
| X | No recomendable |

En la tabla 74, se indican las razones para el valor de proximidad con las cuales de podrá realizar la distribución óptima de las áreas.

Tabla 74. Razones de valor de proximidad

| Clave | Razón |
|--------------|--------------------------------------|
| 1 | Uso de Información común |
| 2 | Comparten el mismo personal |
| 3 | Comparten el mismo espacio |
| 4 | Grado de contacto personal |
| 5 | Existe contacto a través de papeleo |
| 6 | Secuencia de flujo de trabajo |
| 7 | Realizan trabajo similar |
| 8 | Usan mismo equipo |
| 9 | Molestia por causa de olores |
| 10 | Contaminación cruzada |
| 11 | Realizan toma de muestras |
| 12 | No guarda relación con la producción |

En primer lugar, se debe elegir el grupo al cual pertenece la materia prima según el tratamiento que le de la Industria. Según Goxens (2001), muestra 5 grupos a los cuales puede pertenecer una Industria dependiendo el tratamiento dado a la materia prima. El grupo al cual pertenece en este caso la Planta de Pectina es al primer grupo, porque se

va a abastecer de la materia prima (cáscara de maracuyá) la cual pierde cualidades con su almacenamiento y debe ser consumida recién obtenida, esto implicaría emplear procedimientos de refrigeración para su almacenaje.

El total de áreas con las que contará la Fábrica de Pectinas son:

- Almacén de materia prima

El almacén de materia prima será una cámara de refrigeración la cual contará con un área de: largo (9,4 m), ancho (5,4 m), alto (2,2 m). Para el almacenaje de la cáscara de maracuyá se contará con 10 container, sus especificaciones se muestran en la siguiente tabla 75:

Tabla 75. Container para el almacenamiento de M.P.

| Especificaciones | |
|-------------------------|----------------------------|
| Nombre | Cajas plegables de pallets |
| Modelo | FLCK 1210 |
| Dimensiones | 1200 x 1000 x 975 mm |
| Peso | 75 kg |
| Capacidad | 1000 kg |
| Material | Polipropileno |

Fuente: Alibaba 2011

- Almacén de ácido cítrico

El almacén será pequeño, porque no se requiere grandes cantidades de este insumo para la elaboración de la pectina, el cual estará previsto de cuatro estanterías metálicas cuyas dimensiones serán: alto (3 m), larg (1 m), ancho (90 cm). Las dimensiones de este almacén son: largo (7,4 m), ancho (3,1 m).

- Almacén de alcohol etanol 96°

Se almacenará dos tanques de acero inoxidable no corrosivo con una capacidad de 8 000 lt cada uno, para mantener seguro el alcohol almacenado, siendo sus dimensiones: largo (12,46 m), ancho: (6 m).

- Laboratorio de control de calidad y análisis

Se requiere de esta área para supervisar la calidad del producto realizando sus respectivos análisis, además de poseer una pequeña planta piloto para realizar pequeñas cantidades de pectina a escala de laboratorio, además esta área incluirá 4 lavamanos y 04 mesas la cuales poseen cajones en la parte inferior para almacenar los materiales de laboratorio y reactivos. Las dimensiones de este laboratorio son de largo (14,9 m) y de ancho (6,70 m)

- Área de producción

En esta área se realizarán las operaciones para la transformación de la cáscara de maracuyá en pectina, al utilizarse grandes cantidades de agua en el proceso de lavado, escurrido y blanqueado de la cáscara de maracuyá es necesario ubicar a cada lado de las paredes canaletas metálicas con una inclinación del 0,5% para drenar el agua del piso de la planta.

- Área de servicios higiénicos y vestuarios

Se requiere de un área de servicios higiénicos y vestuarios para los operarios de producción. Según el reglamento nacional de edificaciones en su artículo n°21 dice que las edificaciones industriales estarán provistas de servicios higiénicos según el número de trabajadores, y no deberá tener una distancia mayor a 30 m del puesto de trabajo más alejado, además en su artículo n°22 propone un área de vestuarios a razón de 1,50 m² por persona por turno de trabajo, tal como se aprecia en la tabla 76:

Tabla 76. Servicios higiénicos según número de trabajadores

| Número de ocupantes | Hombres | Mujeres |
|-----------------------------------|----------------|----------------|
| 0 a 15 personas | 1 l, 1 u, 1 i | 1 l, 1 i |
| 16 a 50 personas | 2 l, 2 u, 2 i | 2 l, 2 i |
| 51 a 100 personas | 3 l, 3 u, 3 i | 3 l, 3 i |
| 101 a 200 personas | 4 l, 4 u, 4 i | 4 l, 4 i |
| Por cada 100 personas adicionales | 1 l, 1 u, 1 i | 1 l, 1 i |

L = lavatorio, u = urinario, i = inodoro

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones 2007

El número de operarios total es de 21 por día (Ver tabla 70), se construirá un servicio higiénico para mujeres el cual constará de dos lavatorios y dos inodoros, y un servicio higiénico para los hombres con 3 lavatorios, 3 inodoros y 3 urinarios, para mayor comodidad de los operarios. El área total es de: servicios higiénicos (Mujeres): 9 m², servicios higiénicos (Hombres): 12 m², vestuarios (Mujeres): 9 m², vestuarios (Hombres): 12 m²

- Área de estacionamiento

El área de estacionamiento se subdivide en dos zonas; la zona de estacionamiento de vehículos particulares, el cual tendrá una capacidad para estacionar 04 autos y 01 coaster para el transporte de los operarios desde Chiclayo hasta Motupe; la zona de estacionamiento de camiones de carga en la cual se podrá estacionar a 3 camiones de carga mayor a 10 toneladas, siendo dimensiones de cada zona las siguientes:

estacionamiento de vehículos: largo (14 m), ancho (14 m). Estacionamiento de carga y descarga: largo (20, 61 m), Ancho: (18, 4 m).

- Área de comedor y cocina

Se dispone de un área de comedor para todos los trabajadores de la planta, los cuales son 8 personas en el área administrativa, 8 operarios, 1 guardián, 3 choferes, 2 auxiliares de almacén y un supervisor; es decir un total de 23 trabajadores, este comedor tendrá una capacidad de 32 comensales y un área total aproximada de 100 m². Se realizará el refrigerio para los trabajadores de la planta en el momento de descanso; es decir a las 12:24 p.m. Esta área poseerá una despensa, un depósito, y un área para la basura orgánica. El área de la cocina es de 74,97 m².

- Área administrativa

Esta área se subdivide en:

- Sala de conferencia
- Sala de reuniones
- Oficina del Gerente General
- Oficina de producción
- Oficina comercial y de marketing
- Oficina de logística y calidad

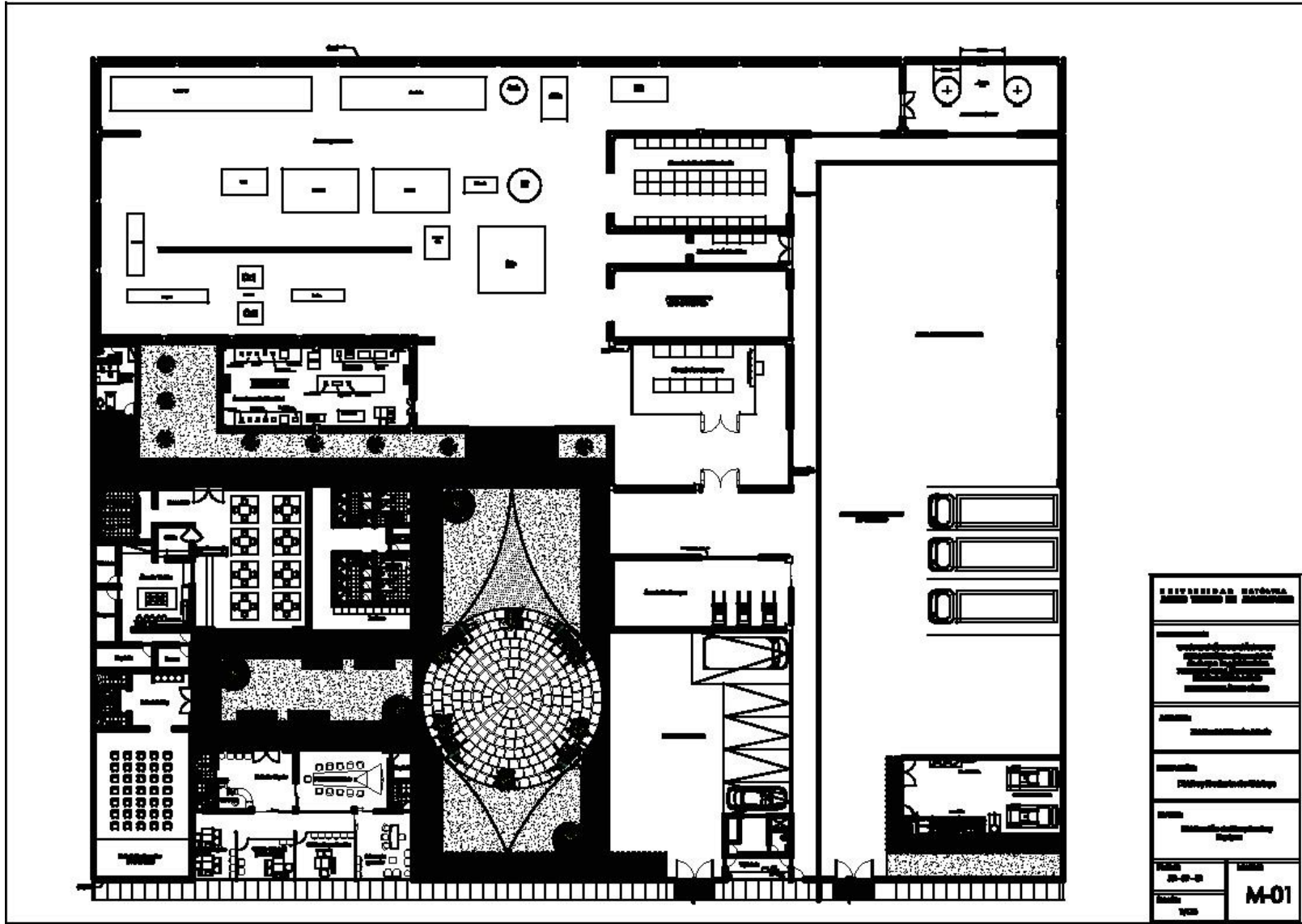
- Almacén de producto terminado

Este almacén contará con 40 racks, distribuidos de tal manera que la movilización de los montacargas sea más eficiente. Según Neufert (1995), debe haber un espacio de 1,70 m para el traslado de vehículos dentro de un almacén. El área total de este almacén es de 105 m², y un auxiliar de almacén se encargará del mantenimiento y la supervisión de este almacén. Los racks a utilizar serán metálicos y sus dimensiones son las siguientes: largo (1 m), ancho (0,9 m) y alto (4 m). Este rack cuenta con 4 espacios, cada uno de 1,10 m, y puede almacenar cada rack un total de 80 bolsas, es decir se podrá almacenar por rack un total de 2000 kg de pectina, y el almacén tendrá una capacidad total de 80 000 kg de pectina.

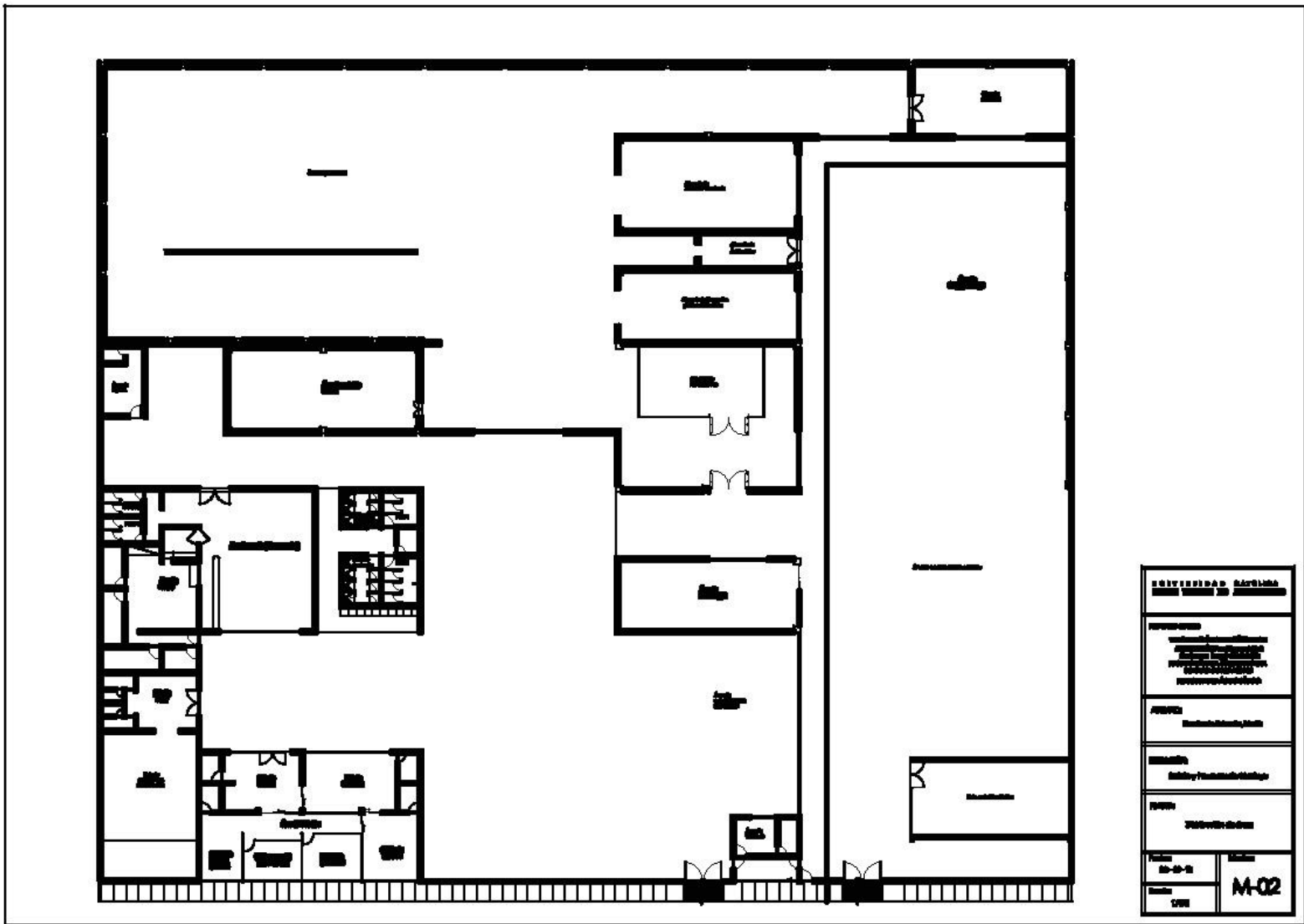
El análisis de la proximidad de áreas se observa en la figura 13, y en las láminas M01 y M02 se muestran los planos de distribución de áreas y el de maquinaria/ equipos.

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|---------|---------|---------|------------|--------------|-----------------|---------------|--------|---------------|---------|--|
| Almacén de M.P | | | | | | | | | | | | |
| Almacén de insumos y repuestos | I 1, 6 | | | | | | | | | | | |
| Almacén de producto terminado | O - | U - | | | | | | | | | | |
| Área Administrativa | X 12 | X 12 | X 12 | | | | | | | | | |
| Zona de vigilancia | O - | U - | X 12 | O - | | | | | | | | |
| Área de comedor y cocina | U - | I - | X 12 | U - | X - | | | | | | | |
| Área de Tópicos | U - | U - | O - | U - | U - | U - | | | | | | |
| Área de estacionamiento | O - | U - | A - | I - | E 5,6 | E 5,6 | E 5,6 | | | | | |
| Área de producción | I 1 | I - | X 10 | I - | X 9, 10 | A 4, 5, 6 | A 1, 2, 5, 6 | A 1, 4,5,6 | | | | |
| Área de SS.HH y vestuarios | O - | X 12 | O - | O - | U - | I - | X - | X - | X - | | | |
| Laboratorio de análisis | O - | I 7 | I 6 | U 12 | X 12 | U - | U - | O - | U - | A 1, 6, 11 | | |
| Almacén de alcohol etanol 96° | I 7 | I 6 | E 6 | X - | I 5 | X - | U - | I 5 | A 6 | U - | E 11 | |

Figura 13. Análisis de proximidad de áreas
Arroyo 2007



| | | |
|--|--|-------------------|
| REVISI 1. 20-0-0 2. 20-0-0 3. 20-0-0 | | NO M-01 |
|--|--|-------------------|



5.8.2.2. Distribución de áreas: Método de Guerchett

Se utiliza el método de Guerchett, siendo el más usado para la determinación de áreas de una distribución de planta. En esta distribución queda incluido el espacio necesario para la circulación del operario, los pasillos comunes para el transporte de materiales. Este método considera 3 áreas para la determinación del área total. La siguiente tabla 77, muestra las superficies para cada máquina requerida en los procesos y el cálculo de la superficie total en m² para la producción de pectina, incluyendo elementos móviles y estáticos.

| Tabla 77. Cálculo de la superficie total del área de producción | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Proceso | Maquinaria | L | A | H | n | N | Ss (Superficie Estática) | Se (Superficie de evolución) | Sg (Superficie de gravitación) | St (Superficie total) |
| Lavado | Máquina de Lavado continuo Modelo (JD - FX - 20) | 4 | 0,9 | 1,4 | 1 | 4 | 3,6 | 12,38 | 14,4 | 30,38 |
| Cortado | Cortadora Modelo GK – A | 1,9 | 1,2 | 1,3 | 2 | 3 | 2,19 | 6,02 | 6,56 | 14,76 |
| Blanqueado | Escaldador DSB 1067.7 | 6,2 | 1 | 2,2 | 1 | 4 | 6,15 | 21,16 | 24,6 | 51,91 |
| Escurreido | Transportador Vibratorio ISO FLO | 4,7 | 1,2 | 0,8 | 1 | 2 | 5,73 | 11,83 | 11,46 | 29,01 |
| Secado | Túnel secador de frutas SSJ II | 15 | 2,6 | 3,1 | 1 | 1 | 39,47 | 54,32 | 39,47 | 133,27 |
| Molido | Pulverizador Veyco MPV 800 Jumbo | 3,5 | 2 | 4,3 | 1 | 3 | 7 | 19,26 | 21 | 47,26 |
| Mezclado | Mezcladora en forma de V (B 4200 CAL) | 5,8 | 3,3 | 1,6 | 1 | 2 | 18,97 | 39,15 | 37,93 | 96,05 |
| Destilado | Destiladora de agua 22J UPI | 1,5 | 3,5 | 1,7 | 1 | 2 | 5,25 | 10,84 | 10,5 | 26,59 |
| Hidrólisis | Reactor de acero REC 1600 | 2 | 2 | 5,1 | 1 | 2 | 4 | 8,26 | 8 | 20,26 |
| Filtrado | Filtro Prensa GHT 4x4 2000 | 11 | 2,5 | 4 | 1 | 2 | 27,5 | 56,76 | 55 | 139,26 |
| Concentrado | Tanque de calentamiento DYMT – 06 | 2 | 2 | 4,3 | 1 | 2 | 4 | 8,26 | 8 | 20,26 |
| Precipitado | Mezcladora bidimensional EYH 4000 | 2 | 3,3 | 3 | 1 | 2 | 6,5 | 13,42 | 13 | 32,92 |
| Rectificado | Columna de destilación MSJX001 | 4,2 | 1,8 | 18 | 1 | 2 | 7,56 | 15,6 | 15,12 | 38,28 |
| Secado | Secador rotatorio de doble cono al vacío (De Dietrich) 6000 kg | 2,3 | 2,3 | 3,6 | 1 | 2 | 5,06 | 10,45 | 10,13 | 25,64 |
| Molido | Pulverizador Veyco MPV 400 Jumbo | 2,5 | 1,2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 8,26 | 9 | 20,26 |
| Embolsado | Selladora Marca Pentron | 0,7 | 0,4 | 1 | 1 | 2 | 0,23 | 0,47 | 0,46 | 1,15 |
| Total | | | | | | | | | | 727 |

La siguiente tabla 78, indica el cálculo de la altura de los elementos móviles, como son los trabajadores que en este caso serán 4 por turno de trabajo y los elementos móviles que se requieren son 11 carretillas para el proceso de secado de la cáscara húmeda. Siendo el valor de K de 0,9.

Tabla 78. Altura de elementos móviles y estáticos

| | Abreviatura | n° | Área | Altura |
|-------------------------------|--------------------|-----------|-------------|---------------|
| Carretillas | Carretillas | 11 | 1,98 | 1,98 |
| Trabajadores | Ope. | 4 | 0,5 | 1,65 |
| Altura de elementos móviles | H _{cm} | 6,28 | | |
| Altura de elementos estáticos | H _{ec} | 9,12 | | |
| Altura promedio | K | 0,9 | | |

La superficie total a ocupar por el área de producción es de 770,45 m².

5.8.2.3. Principales obras civiles necesarias

- Trabajos preliminares y obras provisionales

Se deben realizar las siguientes obras, previo a la construcción de la planta industrial:

- Movilización de equipos de construcción
- Trazo replanteo
- Nivelación y limpieza
- Construcción de cercos provisionales
- Campamento de construcción

- Cámara frigorífica

Para la conservación de la cáscara de maracuyá en situaciones de escasez de materia prima, al no generarse residuos por motivos de no producirse jugo de maracuyá por parte de la Agro Industria, ó por paradas en la producción o daños de máquinas, se requiere una cámara frigorífica la cual pueda mantener por un mayor tiempo sin alterar sus características y su contenido de ácido galacturónico de la cáscara de maracuyá. Se debe construir una cámara frigorífica la cual pueda mantener esta cáscara de maracuyá por un mayor tiempo optimizando espacio, eficiencia y energía.

A) Tamaño de la unidad de enfriamiento

La cantidad de cáscara de maracuyá que se va a almacenar será un promedio de 6 toneladas, aunque por motivos de expansión de la fábrica, se determina aumentar a 10 toneladas, realizándose el siguiente cálculo:

La densidad de la maracuyá a una temperatura de -5°C es de 920 kg/m^3 . De esta forma se efectúa la siguiente fórmula para hallar el volumen:

$$V = \frac{m}{p} = \frac{10\,000\text{kg}}{920\text{ kg/m}^3} = 10,86\text{ m}^3$$

Este volumen de la cámara frigorífica se divide por un factor de 0,6 debido al espesor de las paredes y el espacio que ocupa la unidad evaporadora dentro de la cámara. Para el apilamiento de la cáscara, el fácil acceso del personal y una adecuada circulación del aire dentro del cuarto el volumen dentro de la cámara se divide por un factor 0,5. Siendo ahora el resultado de la siguiente manera:

$$V_c = \frac{V}{K1 \times K2} = \frac{10,86}{0,18} = 60,3$$

Siendo:

$V_c =$ Volúmen de la cáscara a conservar
 $K1 = 0,3$ Factor de corrección para apilamiento de la cáscara
 $K2 = 0,6$ Factor de corrección por espesor de pared y equipos

B) Diseño del interior de la cámara

Para el diseño de la cámara de refrigeración se necesitan los siguientes datos:

$T = -4^{\circ}\text{C}$ Temperatura interior
 $Hr = 80\%$ Humedad relativa
 $m = 10\,000\text{ kg}$ Masa de la cáscara de maracuyá
 $p = 920\text{ kg/m}^3$ Densidad de la cáscara de maracuyá a temperatura de congelación

$Espesor = 0,20\text{ cm}$
 Largo: $x = 9,4\text{ m}$
 Ancho: $y = 5,4\text{ m}$
 Alto: $h = 2,2$

Capacidad en volúmen = $9,4 \times 5,4 \times 2,2 = 118\text{ m}^3$

Superficie interna útil de paredes y techos de la cámara

$Ap = 2 * h(x - 0,2) + 2(y - 0,2) * h + (x - 0,2) * (y - 0,2)$
 $Ap. = 40,48 + 22,88 + 47,84$
 $Ap. = 111,2\text{ m}^2$
 $As = (x - 0,2) * (y - 0,2)$
 $As = 47,84\text{ m}^2$

- Almacén de alcohol etanol

El transporte del alcohol etanol al ser un líquido corrosivo se debe realizar a través de tuberías según el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), además este almacén debe estar apartado de la zona de producción u otras edificaciones, por esta razón se decide ubicar este almacén en la esquina más alejada de la planta productora a unos 30 metros aproximadamente de la zona de estacionamiento de camiones, y 20 metros del área de producción.

Este almacén contará con paredes de un espesor de 25 cm y columnas de 50 cm ambas hechas de concreto armado, para una mayor resistencia al fuego (6 hrs) en casos de incendios o accidentes. Posee las siguientes dimensiones: Largo: 12,46 m y Ancho: 6 m.

- Techo de la zona de fábrica

En el área de producción, control de calidad, almacenes y zona de carga y descarga, se usará un techo horizontal de estructura metálica con tijerales, el cual tendrá una altura del piso al cielo raso de 8 m, en este caso se usa planchas de calamina para el techo de la fábrica como cobertura principal.

- Suelo de la zona de fábrica

Para este tipo de industria de una sola planta (línea de producción, almacenes) que pueda resistir las vibraciones y peso de la maquinaria pesada, y no llegue a presentar rajaduras o quiebres, se elige una losa de concreto armado de 20 cm terminado con cemento pulido (esta terminación es para facilitar la limpieza y mantenimiento del piso).

5.9. Recursos humanos

El sistema de organización para la Empresa de pectinas es el funcional o departamental, en el cual se delega el mando y es descentralizado, las características de este sistema son la participación proporcional de cada jefe los cuales deben cumplir objetivos propuestos y tienen a su cargo un departamento, y como superior a estos se encuentra el gerente general, a parte se puede observar en la figura 12, una línea discontinua entre el jefe de producción y el de logística que representa la coordinación en actividades que deberán tener ambos, también se puede apreciar al lado del Gerente General el casillero Auditoría Contable, es decir se necesitará contratar a una empresa encargada de llevar los registros contables de la empresa.

Se indica en la siguiente figura 14, el organigrama propuesto para la empresa.

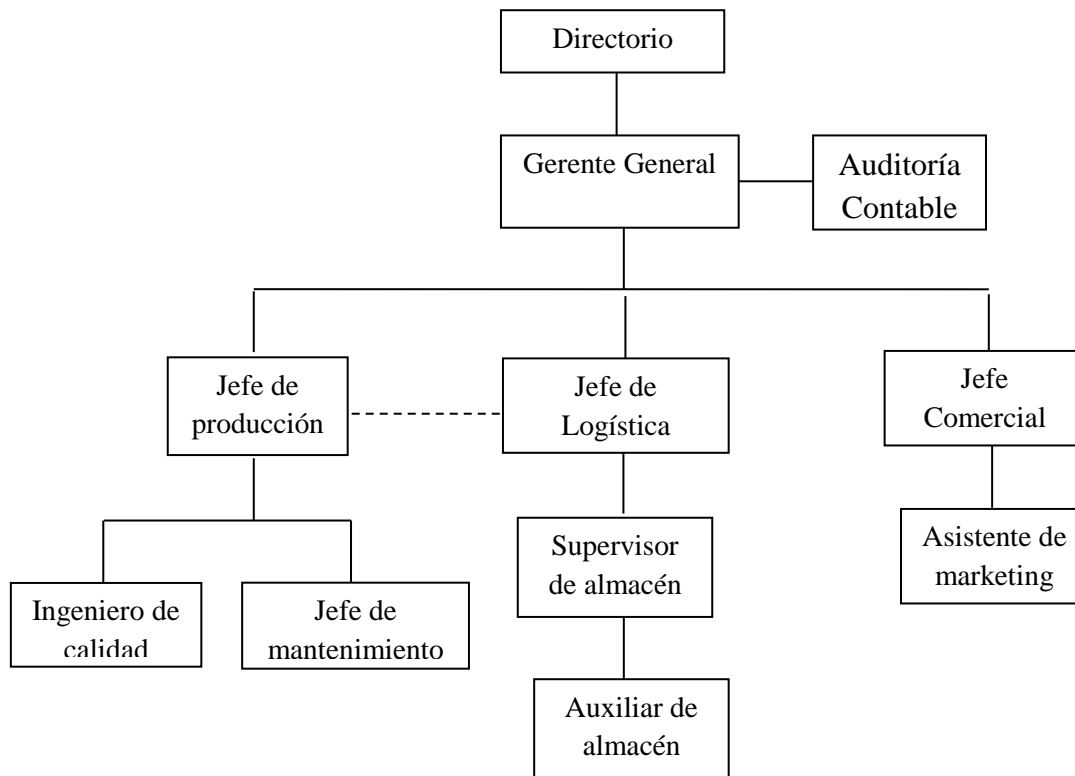


Figura 14. Organigrama de la Empresa de pectina

5.9.1. Personas claves y sus calificaciones necesarias

5.9.1.1. Gerente General

- **Función**

Se encarga de dirigir, coordinar y supervisar la acción de los demás departamentos en este caso los departamentos de logística, producción y comercial. Tiene la responsabilidad de que se cumplan los objetivos propuestos por el directorio para el plazo previsto en todos los departamentos.

5.9.1.2. Jefe de Logística

- **Función**

Programa y atiende el abastecimiento y almacenamiento oportuno de cáscara de maracuyá a la Fábrica de pectinas, así como de los insumos requeridos para la fabricación de pectinas y el producto final.

5.9.1.3. Jefe de producción

- **Función**

Lograr el volumen estipulado en el programa de producción de pectinas en el plazo previsto, se hace cargo de todo lo referente en los procesos productivos. Tendrá una

línea de comunicación abierta con el jefe de logística en cuanto al suministro de materia prima e insumos. Verificará los informes que le sean entregados por el asistente de mantenimiento y el ingeniero de calidad para analizarlos. Supervisar las actividades que realicen los operarios de producción, debe informar a sus subordinados las actividades que realizarán, sus responsabilidades y obligaciones, aparte de capacitarlos para que realicen bien su trabajo.

5.9.1.4. Jefe Comercial

- **Función**

Colocar el volumen estipulado en el plan de ventas, se encarga a su vez del marketing del producto y los cobros respectivos, tiene como subordinados al asistente de marketing, organizar planes de distribución de ventas. Lleva la cartera de clientes de la Empresa, tener todas las hojas de información de clientes y órdenes de ventas completas

5.9.1.5. Ingeniero de calidad

- **Función**

Realizar pruebas y análisis de laboratorio a la cáscara de maracuyá para comprobar que la materia prima que entra al proceso se encuentre dentro de los parámetros establecidos de calidad.

5.9.1.6. Asistente de mantenimiento

- **Función**

Debe mantener en óptimas condiciones las instalaciones de producción, la maquinaria y equipos realizando un mantenimiento preventivo. Es el responsable de que las herramientas y equipos de la empresa se encuentren en buen estado y mantener en perfectas condiciones todo el complejo. Además debe verificar que se le dé un mantenimiento al equipo de los pozos de abastecimiento de agua tanto para consumo humano como para producción.

5.10. Cronograma de ejecución

5.10.1. Duración de la construcción de planta

Para la elaboración del cronograma y duración de la construcción, se usó el diagrama de Gantt, empleándose el software Microsoft Project tal como se presenta en la siguiente tabla 79, el tiempo de duración de la construcción de la fábrica es de 327 días, aunque se estima un total de 360 días por motivos de trámites de licencias e instalación de maquinaria y equipos.

Tabla 79. Duración de la construcción de la planta de pectina

| Cronograma de construcción de fábrica de pectinas | Duración | Comienzo | Fin | Trim 1 | | | Trim 2 | | Trim 3 | | Trim 4 | | | | |
|--|----------|------------|------------|--------|------|------|--------|------|--------|------|--------|------|------|------|------|
| | | | | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. |
| Inicio/Fin | 327 días | 03/01/2011 | 25/11/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Trabajos preliminares y obras provisionales | 307 días | 03/01/2011 | 05/11/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Movilización de equipos de construcción | 7 días | 03/01/2011 | 09/01/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Trazo y replanteo | 300 días | 10/01/2011 | 05/11/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Nivelación y Limpieza | 15 días | 10/01/2011 | 24/01/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Construcción de cercos provisionales | 15 días | 10/01/2011 | 24/01/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Campamento de construcción | 20 días | 25/01/2011 | 13/02/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Área de fábrica | 305 días | 25/01/2011 | 25/11/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Cimientos | 90 días | 25/01/2011 | 24/04/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Muros y columnas | 95 días | 16/03/2011 | 18/06/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Techos | 95 días | 19/06/2011 | 21/09/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Pisos | 40 días | 17/10/2011 | 25/11/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Puertas y ventanas | 35 días | 07/10/2011 | 10/11/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Revestimientos | 55 días | 22/09/2011 | 15/11/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Baños | 30 días | 27/09/2011 | 26/10/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Instalaciones Eléctricas y sanitarias | 240 días | 31/03/2011 | 25/11/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Área administrativa | 185 días | 10/04/2011 | 11/10/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Cimientos | 40 días | 10/04/2011 | 19/05/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Muros y columnas | 30 días | 10/05/2011 | 08/06/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Techos | 30 días | 09/06/2011 | 08/07/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Pisos | 30 días | 29/07/2011 | 27/08/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Puertas y ventanas | 20 días | 29/07/2011 | 17/08/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Revestimientos | 40 días | 09/07/2011 | 17/08/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Baños | 15 días | 14/07/2011 | 28/07/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Instalaciones Eléctricas y sanitarias | 150 días | 15/05/2011 | 11/10/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Área de servicios | 115 días | 09/07/2011 | 31/10/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Cimientos | 30 días | 09/07/2011 | 07/08/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Muros y columnas | 20 días | 29/07/2011 | 17/08/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Techos | 30 días | 18/08/2011 | 16/09/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Pisos | 20 días | 02/10/2011 | 21/10/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Puertas y ventanas | 20 días | 02/10/2011 | 21/10/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Revestimientos | 25 días | 17/09/2011 | 11/10/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Baños | 15 días | 22/09/2011 | 06/10/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Instalaciones Eléctricas y sanitarias | 90 días | 03/08/2011 | 31/10/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Área de estacionamiento y áreas verdes | 25 días | 22/10/2011 | 15/11/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Estacionamientos | 25 días | 22/10/2011 | 15/11/2011 | | | | | | | | | | | | |
| Áreas verdes | 20 días | 27/10/2011 | 15/11/2011 | | | | | | | | | | | | |

5.11. Inversiones

5.11.1. Inversión fija

5.11.1.1. Terrenos

El terreno en el cual se ubicará la planta industrial tiene un área total de 4618 m², y cuenta con un pozo tubular para equipar el costo por m² es de \$ 24 dólares, siendo un costo total por el terreno de \$ 110 832 dólares.

5.11.1.2. Edificios y construcciones

La inversión se ha realizado de acuerdo a las zonas establecidas para la empresa, las cuales son:

- Zona de Fábrica: Esta zona a su vez esta subdividida por las siguientes áreas:
 - Área de control de calidad
 - Área de producción
 - Almacén de producto terminado
 - Almacén de ácido cítrico
 - Almacén de repuestos y bolsas industriales
 - Almacén de alcohol etanol
 - Área de carga y descarga
 - Almacén de materia prima

- Zona administrativa: Las áreas en las que se subdivide son:
 - Sala de conferencia y espera
 - Área de oficinas
 - Sala de reuniones

- Zona de servicios: Esta zona está conformada por las siguientes áreas:
 - Área de tópicos
 - Área de vestidores y servicios higiénicos
 - Área de comedor y cocina

- Zona de estacionamiento y áreas verdes: Se subdivide en las siguientes áreas:
 - Estacionamiento de camiones
 - Estacionamiento de vehículos particulares
 - Áreas verdes

El cálculo de la inversión total, se ha basado en el “cuadro de valores unitarios oficiales de edificaciones” para la Costa, emitido por el Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, en la resolución ministerial N° 175 – 2010. Se muestra en las siguientes tablas 80, 81 los valores unitarios para las edificaciones en la Costa.

Tabla 80. Valores unitarios oficiales de edificaciones para la costa al 31 octubre del 2010

| Estructuras | | Acabados | | | | Instalaciones Eléctricas y sanitarias | |
|------------------|--|---|---|--|--|---|--|
| Muros y columnas | Techos | Pisos | Puertas y ventanas | Revestimientos | Baños | | |
| A | Estructuras laminares curvadas de concreto armado que incluyen en una sola armadura y el techo, para este caso no se considera los valores de la columna n°2 | Losa o aligerado de concreto armado con luces mayores de 6 m con sobre carga mayor a 300kg/m ² | Mármol importado, piedras naturales importadas, porcelanato | Aluminio pesado con perfiles especiales madera fina ornamental (caoba, cedro o pino selecto) vidrio insulatedo | Mármol importado, madera fina (caoba o similar), baldosa acústico en techo o similar | Baños completos de lujo importado con enchape fino (mármol o similar) | Aire acondicionado, iluminación especial, ventilación forzada. Sist. Hidroneumático, agua caliente y fría, intercomunicador. Alarmas, ascensor, sistema bombeo de agua y desagüe. Teléfono |
| S/. | 373,98 | 225,48 | 199,13 | 201,48 | 217,16 | 73,28 | 213,03 |
| B | Columnas, vigas y/o placas de concreto armado y/o metálicas | Aligerados o losas de concreto armado inclinadas | Mármol nacional, parquet fino, cerámica importada, madera fina | Aluminio o madera fina de diseño especial, vidrio tratado polarizado y curvado o templado | Mármol nacional, madera fina (caoba o similar). Enchapes en techos | Baños completos importados con mayólica o cerámico decorativo importado | Sistema de bombeo de agua potable, ascensor, teléfono, agua caliente y fría |
| S/. | 241,12 | 147,11 | 119,35 | 107,13 | 166,97 | 56,2 | 154,48 |
| C | Placas de concreto E = 10 a 15 cm, albañilería armada, ladrillo ó similar con columnas y vigas de amarre de concreto armado | Aligerado o losas de concreto armado horizontales | Madera fina machihembrada terrazo | Aluminio o madera fina, vidrio tratado, polarizado, laminado ó templado | Superficie cara vista obtenida mediante encofrado especial, enchape en techos | Baños completos nacionales con mayólica o cerámico nacional de color | Igual al punto B sin ascensor |
| S/. | 167,71 | 123,71 | 79,96 | 69,87 | 124,24 | 39,34 | 97,14 |
| D | Ladrillo o similar sin elementos de concreto armado | Calamina metálica fibrocemento sobre viguería metálica | Parquet de 1era, lajas, cerámica nacional, loseta veneciana 40x40 piso laminado | Ventanas de aluminio, puertas de madera selecta, vidrio tratado transparente | Enchape de madera o laminados, piedra o material vitrificado | Baños completos nacionales blancos con mayólica blanca | Agua fría, agua caliente, corriente trifásica, teléfono |
| S/. | 162,19 | 78,52 | 70,53 | 61,2 | 96,32 | 20,99 | 61,48 |

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento 2010

Tabla 81. Valores unitarios oficiales de edificaciones para la costa al 31 octubre del 2010

| Estructuras | | | Acabados | | | Instalaciones Eléctricas y sanitarias | |
|------------------|---|--|---|--|--|--|--|
| Muros y columnas | Techos | Pisos | Puertas y ventanas | Revestimientos | Baños | | |
| E | Adobe, tapial o quincha | Madera con material impermeabilizante | Parquet de 2da. Loseta veneciana 30x30, lajas de cemento con canto rodado | Ventanas de fierro, puertas de madera selecta (caoba o similar) vidrio simple transparente | Superficie de ladrillo o cara vista | Baños con mayólica blanca parcial | Agua fría, agua caliente, corriente monofásica, teléfono |
| S/. | 115,2 | 29,27 | 47,26 | 52,36 | 65,58 | 12,34 | 44,69 |
| F | Madera (Estoraque, pumaquiro, huairuro, machinga, catahua amarilla o similares) | Calamina metálica fibrocemento o teja sobre viguería de madera corriente | Loseta corriente, canto rodado | Ventanas de fierro o aluminio industrial, puertas contra placadas de madera (cedro o similar) vidrio simple transparente | Tarrajeo frotachado y/o yeso moldurado, pintura lavable | Baños blancos sin mayólica | Agua fría, corriente monofásica, teléfono |
| S/. | 85,99 | 16,1 | 32,27 | 39,31 | 46,23 | 9,19 | 24,58 |
| G | Pircado con mezcla de barro | Madera rústica o caña con torta de barro | Loseta vinílica, cemento bruñado coloreado | Madera corriente con marcos en puertas y ventanas de PVC o madera corriente | Estucado de yeso y/o barro. Pintura al temple o agua | Sanitarios básico de losa de 2da, fierro fundido o granito | Agua fría, corriente monofásica sin empotrar |
| S/. | 50,82 | 11,1 | 28,57 | 21,3 | 38,02 | 6,34 | 13,32 |
| H | | Sin techo | Cemento pulido, ladrillo corriente, entablado corriente | Madera rústica | Pintado en ladrillo rústico, placa de concreto o similar | Sin aparatos sanitarios | Sin instalación eléctrica ni sanitaria |
| S/. | | 0 | 17,88 | 10,66 | 15,21 | 0 | 0 |
| I | | | Tierra compacta | Sin puertas ni ventanas | Sin revestimientos | | |
| S/. | | | 3,58 | 0 | 0 | | |

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento 201

La elección de la categoría para cada zona y la inversión que se deberá realizar por motivos de construcciones civiles preliminares y edificaciones se aprecia a continuación en las siguientes tablas 82 y 83:

Tabla 82. Inversión total en construcción de edificaciones y obras preliminares de la planta productora de pectina

| ITEM | Descripción | Cat. | Unid | Cant. | P.Unit (s/.) | Monto total (soles) | Monto Total (dólares) |
|--------------|--|------|----------------|----------|-----------------|------------------------|--------------------------|
| | Planta productora de pectina | | | | | 1 779 042,06 | 635 372,16 |
| 01.00 | Trabajos preliminares y obra provisionales | | | | | 139 399,20 | 49 785,43 |
| 01.01 | Movilización de equipos de construcción | | gal | 1,00 | 50 000,00 | 50 000,00 | 17 857,14 |
| 01.02 | Trazo y replanteo | | mes | 10,00 | 3 500,00 | 35 000,00 | 12 500,00 |
| 01.03 | Nivelación y Limpieza | | m ² | 4 618,00 | 8,00 | 36 944,00 | 13 194,29 |
| 01.04 | Construcción de cercos provisionales | | m | 272,76 | 20,00 | 5 455,20 | 1 948,29 |
| 01.05 | Campamento de construcción (almacén, oficinas, comedor, baño, etc) | | m ² | 100,00 | 120,00 | 12 000,00 | 4 285,71 |
| 02.00 | Edificaciones | | | | | 1 639 642,86 | 585 586,74 |
| 02.01 | Área de fábrica | | | | | 1 186 023,90 | 423 579,96 |
| 02.01.01 | <u>Estructuras</u> | | | | | 826 047,20 | 295 016,86 |
| 02.01.01.01 | Muros y columnas | B | m ² | 2 183,00 | 299,88 | 654 638,04 | 233 799,30 |
| 02.01.01.02 | Techos | D | m ² | 2 183,00 | 78,52 | 171 409,16 | 61 217,56 |
| 02.01.02 | <u>Acabados</u> | | | | | 225 765,86 | 80 630,66 |
| 02.01.02.01 | Pisos | H | m ² | 2 183,00 | 17,88 | 39 032,04 | 13 940,01 |
| 02.01.02.02 | Puertas y ventanas | F | m ² | 2 183,00 | 39,31 | 85 813,73 | 30 647,76 |
| 02.01.02.03 | Revestimientos | F | m ² | 2 183,00 | 46,23 | 100 920,09 | 36 042,89 |
| 02.01.02.04 | Baños | D | m ² | 0,00 | 20,99 | 0,00 | 0,00 |
| 02.01.03 | <u>Instalaciones Eléctricas y sanitarias</u> | D | m ² | 2 183,00 | 61,48 | 134 210,84 | 47 932,44 |

Tabla 83. Inversión total en construcción de edificaciones y obras preliminares de la planta productora de pectina

| Items | Descripción | Cat. | Unid. | Cant. | P.Unit (s/) | Monto total (soles) | Monto Total (dólares) |
|--------------|---|------|----------------|--------|-------------|---------------------|-----------------------|
| 02.02 | Área administrativa | | | | | 151 080,37 | 53 957,28 |
| 02.02.01 | <u>Estructuras</u> | | | | | 82 471,86 | 29 454,24 |
| 02.02.01.01 | Muros y columnas | C | m ² | 283,00 | 167,71 | 47 461,93 | 16 950,69 |
| 02.02.01.02 | Techos | C | m ² | 283,00 | 123,71 | 35 009,93 | 12 503,55 |
| 02.02.02 | <u>Acabados</u> | | | | | 51 209,67 | 18 289,17 |
| 02.02.02.01 | Pisos | D | m ² | 283,00 | 70,53 | 19 959,99 | 7 128,57 |
| 02.02.02.02 | Puertas y ventanas | D | m ² | 283,00 | 61,20 | 17 319,60 | 6 185,57 |
| 02.02.02.03 | Revestimientos | F | m ² | 283,00 | 46,23 | 13 083,09 | 4 672,53 |
| 02.02.02.04 | Baños | C | m ² | 21,53 | 39,34 | 846,99 | 302,50 |
| 02.02.03 | <u>Instalaciones Eléctricas y sanitarias</u> | D | m ² | 283,00 | 61,48 | 17 398,84 | 6 213,87 |
| 02.03 | Área de servicios | | | | | 128 228,75 | 45 795,98 |
| 02.03.01 | <u>Estructuras</u> | | | | | 75 856,62 | 27 091,65 |
| 02.03.01.01 | Muros y columnas | C | m ² | 260,30 | 167,71 | 43 654,91 | 15 591,04 |
| 02.03.01.02 | Techos | C | m ² | 260,30 | 123,71 | 32 201,71 | 11 500,61 |
| 02.03.02 | <u>Acabados</u> | | | | | 36 368,89 | 12 988,89 |
| 02.03.02.01 | Pisos | E | m ² | 260,30 | 47,26 | 12 301,78 | 4 393,49 |
| 02.03.02.02 | Puertas y ventanas | F | m ² | 260,30 | 39,41 | 10 258,42 | 3 663,72 |
| 02.03.02.03 | Revestimientos | F | m ² | 260,30 | 46,23 | 12 033,67 | 4 297,74 |
| 02.03.02.04 | Baños | C | m ² | 45,12 | 39,34 | 1 775,02 | 633,94 |
| 02.03.03 | <u>Instalaciones Eléctricas y sanitarias</u> | D | m ² | 260,30 | 61,48 | 16 003,24 | 5 715,44 |
| 02.04 | Área de estacionamiento y áreas verdes | | | | | 174 309,84 | 62 253,51 |
| 02.04.01 | <u>Estructuras</u> | | | | | 124 928,47 | 44 617,31 |
| 02.04.01.01 | Muros y columnas | D | m ² | 770,26 | 162,19 | 124 928,47 | 44 617,31 |
| 02.04.02 | <u>Acabados</u> | | | | | 49 381,37 | 17 636,20 |
| 02.04.02.01 | Pisos | H | m ² | 770,26 | 17,88 | 13 772,25 | 4 918,66 |
| 02.04.02.03 | Revestimientos | F | m ² | 770,26 | 46,23 | 35 609,12 | 12 717,54 |

5.11.1.3. Maquinaria, equipos de transporte y de almacén

El costo de maquinaria para la producción de pectina y de los equipos de laboratorio, se observa en las siguientes tablas 84 y 85.

Tabla 84. Costo de maquinaria de producción, equipos de transporte y de almacenaje

| Descripción | Cantidad | País de origen | Valor Unitario | Flete (%) | Valor Total |
|---|-----------|----------------|----------------|-----------|----------------|
| 1. Maquinaria de proceso | | | | | |
| Máquina de lavado continuo JD - FX – 20 | 1 | China | 7 000 | 10% | 7 700 |
| Máquina cortadora Modelo GK – A | 2 | China | 6 000 | 10% | 12 600 |
| Escaldador - Blancher PPT Spray | 1 | Alemania | 30 000 | 4% | 31 200 |
| Transportador vibratorio (Ecurrido de agua) ISO FLO | 1 | Alemania | 15 000 | 4% | 15 600 |
| Fruit Tunnel Drying Machine SSJ - II | 1 | China | 100 000 | 10% | 110 000 |
| Pulverizador Veyco MPV 800 Jumbo | 1 | Perú | 11 000 | 0% | 11 000 |
| Mezcladora en forma de V (B - 4200 - CAI) | 1 | Taiwán | 60 000 | 8% | 64 800 |
| Reactor de acero REC – 8000 | 1 | EEUU | 65 000 | 6% | 68 900 |
| Filter Press Model GHT 4 X 4 2000 | 1 | EEUU | 100 000 | 6% | 106 000 |
| Heating tank DYMT – 06 | 1 | China | 20 000 | 4% | 20 800 |
| Mezcladora bidimensional EYH 4000 | 1 | China | 15 000 | 4% | 15 600 |
| Secador giratorio de doble cono al vacío | 1 | Italia | 35 000 | 4% | 36 400 |
| Pulverizador Veyco MPV 400 Jumbo | 1 | Perú | 9 000 | 0% | 9 000 |
| Osmonics Water purification Model 22J - UP1 | 1 | EEUU | 15 000 | 6% | 15 900 |
| Camión: Volkswagen 24 220 | 3 | Perú | 30 000 | 0% | 90 000 |
| Montacargas Toyota 7GCU25 | 4 | Perú | 12 500 | 0% | 50 000 |
| Vehículo Hiace Commuter | 1 | Perú | 21 500 | 0% | 21 500 |
| Tanque de acero inoxidable Bertrams | 2 | Francia | 10 000 | 6% | 20 600 |
| Selladora industrial de bolsas | 1 | Perú | 350 | 0% | 350 |
| Columna de destilación MSJX001 | 1 | China | 100 000 | 4% | 10 4000 |
| Tuberías de acero inoxidable (Diámetro 1/2 pulgada) | 324 kg | Perú | 5 | 0% | 1 620 |
| Electro bomba centrifuga SAER BP 17A | 8 | Perú | 1 000 | 0% | 8 000 |
| Racks Metálicos | 44 | Perú | 225 | 0% | 9 900 |
| TOTAL | 79 | | 662 350 | | 811 950 |

Tabla 85. Costo de equipos de laboratorio, luminarias y equipos de oficina

| Descripción | Cant. | Valor Unitario | Valor Total |
|--|--------------|-----------------------|--------------------|
| 1. Equipos de laboratorio | | | |
| Balanza analítica | 3 | 1 400 | 4 200 |
| Balanza eléctrica | 3 | 400 | 1 200 |
| Estufa | 2 | 800 | 1 600 |
| Hornilla eléctrica | 3 | 95 | 285 |
| Bomba de vacío | 3 | 200 | 600 |
| Destilador de agua | 1 | 500 | 500 |
| Mufla | 1 | 1 000 | 1 000 |
| Equipo Soxhlet | 1 | 680 | 680 |
| Congeladora | 1 | 1 500 | 1 500 |
| Embudo buchner | 4 | 50 | 200 |
| Filtro prensa para laboratorio | 1 | 1 000 | 1 000 |
| pH metro | 2 | 125 | 250 |
| Estufa con flujo de aire | 2 | 670 | 1 340 |
| Túnel de secado para laboratorio | 1 | 1 780 | 1 780 |
| Desecador | 2 | 250 | 500 |
| Materiales de laboratorio (vasos, pipetas, paretas, etc) | 1 | 1 000 | 1 000 |
| Reactivos (Ác. sulfúrico, sulfato de cobre, ác. bórico, etc) | 1 | 800 | 800 |
| 2. Luminarias | | | |
| Lámpara de sodio alta presión | 14 | 55 | 770 |
| Lámpara de luz mixta de mercurio incandescente | 25 | 75 | 1 875 |
| Fluorescente de luz blanca | 101 | 5 | 505 |
| Lámparas halógenas para exterior, empotrables en pared | 15 | 35 | 525 |
| 3. Equipos de oficina | | | |
| Sillas de Escritorio | 5 | 36 | 180 |
| Escritorio | 5 | 143 | 715 |
| Sillas d espera | 17 | 22 | 374 |
| Archivador | 15 | 36 | 540 |
| Calculadora | 12 | 18 | 216 |
| Impresora | 4 | 70 | 280 |
| Computadora | 8 | 536 | 4 288 |
| Total | 276 | 13 291 | 30 798 |

5.11.1.4. Transportes

- Transporte de materia prima

Se almacenará la cáscara de maracuyá en sacos de polipropileno previo a su transporte el cual se realizará como anteriormente se menciona en camiones de carga, con una capacidad mayor a 10 toneladas, la distancia entre la planta industrial de pectina y la Agro industria AIB es de aproximadamente 20 km, en la siguiente tabla 86, se aprecia la distancia en km que se recorrerá al día y el consumo de diesel.

Tabla 86. Transporte de materia prima

| | Día | Año |
|----------------|-------|--------|
| N° de viajes | 2 | 600 |
| Distancia (km) | 80 | 48 000 |
| Diesel (lt) | 32,00 | 19 200 |
| Costo (\$) | 38,08 | 22 848 |

- Transporte de operarios y trabajadores

Los operarios o trabajadores de la planta de producción serán mayormente seleccionados de Chiclayo, al radicar en esta ciudad un mayor número de personas capacitadas e instruidas en el manejo de maquinaria. Para su movilización se realizarán dos viajes (ida y vuelta) desde la ciudad de Chiclayo a Motupe, siendo aproximadamente una distancia de 79 km, para lo cual se requiere de un auto para el traslado con una capacidad de 15 pasajeros. Las especificaciones del vehículo elegido se muestran en la siguiente tabla 87:

Tabla 87. Especificaciones del vehículo para transporte de operarios

| Modelo | Toyota Hiace | Commuter |
|----------|--------------|----------|
| Precio | 21 500 | dólares |
| Longitud | 4 695 | Mm |
| Ancho | 1 695 | Mm |
| Alto | 1 980 | Mm |

Fuente: Toyota 2011

La distancia en km y el consumo de diesel anual se pueden indicar en la siguiente tabla 88:

Tabla 88. Transporte de operarios

| | Día | Año |
|----------------|-------|----------|
| N° de viajes | 2 | 600 |
| Distancia (km) | 316 | 94 800 |
| Diesel (lt) | 27,49 | 8 247,60 |
| Costo (\$) | 32,72 | 9 814,64 |

- Transporte de producto terminado

El transporte de las pectinas hacia las empresas demandantes se realizará con los mismos camiones con que se transporta la materia prima, los costos de diesel, y las distancias entre cada Empresa se presentan en la siguiente tabla 89:

Tabla 89. Transporte de producto terminado

| Empresas Demandantes | Depto. | Distrito | Distanc. (km) | Diesel (lt) | Costo viaje | Viaje año | Costo anual |
|-----------------------------|---------------|-----------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| Gloria S.A. | Cajamarca | Cajamarca | 265 | 212 | 505 | 1 | 505 |
| | La Libertad | Trujillo | 209 | 167 | 398 | 1 | 398 |
| Montana S.A. | Lima | St. Anita | 831 | 665 | 1 582 | 3 | 4 747 |
| | Lima | Lurín | 813 | 650 | 1 548 | 2 | 3 097 |
| Danisco S.A.C | Lima | San Isidro | 796 | 637 | 1 516 | 3 | 4 547 |
| Puratos S.A | Lima | Ate | 811 | 649 | 1 544 | 1 | 1 544 |
| Otros | Lambayeque | Chiclayo | 79 | 63 | 150 | 1 | 150 |
| Total | | | | | 7 243 | | 14 987 |

5.11.2. Inversión diferida

5.11.2.1. Seguros

La empresa contará con un seguro industrial, para evitar cualquier clase de peligro o imprevisto que podría tener la empresa, la siguiente tabla 90, indica las coberturas que abarcará este seguro y el pago mensual por cada una de ellas:

Tabla 90. Gastos en seguros industriales

| Coberturas | Pago S/. (Año) | Pago \$ (Año) |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| Robo | 1 440 | 514 |
| Daños materiales | 18 000 | 6 429 |
| Avería en la maquinaria | 12 000 | 4 286 |
| Pérdidas de explotación | 12 000 | 4 286 |

Fuente: Aseguradora Mapfre S.A.

Los estudios preliminares consisten en conocer el proyecto y comprobar si existen varias soluciones ante el problema que se desea abarcar. Se determinará un costo por estudio preliminar del 1% de la inversión total. El método que se ha elegido para el cálculo de los gastos de publicidad, es el basado en las ventas de la Empresa, específicamente la modalidad del porcentaje sobre el pronóstico de ventas, es decir se pronostican las ventas y sobre ese pronóstico se asigna un porcentaje entre el 2 y 9%.

Se elige un valor de 2% por ser una empresa de fabricación del producto. Se muestra en la siguiente tabla 91, la inversión diferida en la Planta de pectina.

Tabla 91. Inversión diferida

| Descripción | Costo (\$) |
|---|-------------------|
| I. Estudios preliminares y proyectos | 16 462 |
| II. Costos de puesta en marcha, patentes y licencias | |
| 2.1. Boletas y facturas | 53,57 |
| 2.2. Legalización de libros | 35,71 |
| 2.3. Compra de libros | 28,57 |
| 2.4. Minuta de constitución | 420 |
| 2.5. Escritura pública | 320 |
| 2.6. Registro sanitario Digesa | 128,57 |
| 2.7. Inscripción en Registros Públicos | 53,57 |
| 2.8. Servicio de Abogado | 160,71 |
| 2.9. Licencia de funcionamiento | 2 500 |
| 2.10. Certificado de Salubridad | |
| 2.10. 1. Formato único de trámite | 3,66 |
| 2.10. 2. Derecho de certificado | 128,57 |
| 2.10. 3. Carnet de salud | 5,52 |
| 2.10. 4. Cartón de certificado de salubridad | 3,66 |
| 2.10. 5. Derecho de inspección ocular | 7,34 |
| 2.11. Patentes y licencias | |
| 2.11.1. Licencia Municipal (3000 m ² a 5000 m ²) | |
| 2.11. 1. 1. ITDC (Inspección técnica de seguridad en defensa civil) | 497,57 |
| 2.11. 1. 2. Costo de mano de obra | 16,07 |
| 2.11. 1. 3. Costo de materiales | 2,96 |
| 2.11. 1. 4. Gastos generales | 1,16 |
| 2.11. 1. 5. Margen de contribución para gatos fijos | 0,77 |
| 2.12. Indecopi | 192,86 |
| 2.13. Mitinci | 16,07 |
| III. Estudio de Impacto ambiental | 10 000 |
| IV. Publicidad antes de operación | 13 650 |
| Total | 28 226,91 |

5.12. Capital de trabajo

5.12.1. Materiales directos e indirectos

El índice de consumo de cada materia prima así como de los materiales secundarios se observa en la siguiente tabla 92, estimados para 1 kilogramo de pectina.

Tabla 92. Materiales directos e indirectos de producción

| Materiales Directos | Unidad (kg o lt) | Precio Unitario | Índice de consumo | Monto por unidad |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Cáscara de maracuyá | Kg | 0,01 | 59,02 | 0,422 |
| Ácido Cítrico | Kg | 0,46 | 0,14 | 0,190 |
| Etanol | Lt | 0,55 | 0,28 | 0,154 |
| Materiales Indirectos | | | | |
| Sacos de polipropileno | Unidad | 0,36 | 1,69 | 0,604 |
| Bolsas de polietileno | Unidad | 0,18 | 0,04 | 0,007 |
| Agua | Lt | 0,0015 | 432 | 0,627 |

Se deduce que se requiere grandes cantidades de agua para la producción de pectina, y también de cáscara de maracuyá, aunque estos dos materiales son de bajo precio. El bajo índice de consumo de alcohol, se debe al que al utilizar una columna de rectificación se recuperará el 95% del alcohol que se ha utilizado, y esto genera grandes ahorros en este insumo. En la siguiente tabla 93, se aprecia el requerimiento anual de agua para el consumo de la maquinaria en el proceso de producción de pectina.

Tabla 93. Consumo de agua para uso industrial

| Proceso | Consumo | |
|----------------|----------------|-------------------|
| | Diario | Anual |
| Lavado | 30 984 | 9 295 200 |
| Inactivado | 41 313 | 12 393 900 |
| Destilado | 3 282 | 984 600 |
| Total | 75 579 | 22 673 700 |

Para determinar el consumo de agua de cada trabajador, según el RNE (Reglamento Nacional de edificaciones) en su artículo 20, se deberá dotar de un servicio de agua de 100 lt por trabajador al día. En la siguiente tabla 94, se indica el consumo de personal, además del gasto anual en que deberá incurrir la empresa.

Tabla 94. Consumo de agua por aseo de trabajadores

| Descripción | Trabajadores | Total |
|---------------------|---------------------|--------------|
| Personas/día | 25 | 25 |
| lt/persona diario | 100 | 2 500 |
| Días laborales/ año | 300 | 750 000 |
| Gasto (\$/lt) | 0,0015 | 1 125 |

En la siguiente tabla 95, se aprecia el requerimiento de materiales para los 03 primeros meses, y para los próximos 05 años, de acuerdo al precio de la materia prima e insumos. En la siguiente tabla 96 se indican los costos variables de producción.

Se puede observar en la tabla 95 que en los primeros meses ocurre un aumento en el consumo de los materiales directos e indirectos, esto debido a que en el primer mes se produce una mayor cantidad de pectina con el fin de poseer un inventario en almacén (Ver tabla 72).

Tabla 95. Plan de Requerimiento de materiales

| Materiales Directos | 1 mes | 2 mes | 3 mes | 1 trim | 2 trim | 3 trim | 4 trim | 1 año | 2 año | 3 año | 4 año | 5 año |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Cáscara de maracuyá | 449 443 | 258 203 | 258 203 | 965 850 | 774 610 | 710 322 | 993 019 | 3 356 645 | 4 461 756 | 6 444 759 | 9 047 450 | 10 658 640 |
| Ácido Cítrico | 1 072 | 616 | 616 | 2 303 | 1 847 | 1 847 | 1 847 | 19 227 | 21 158 | 30 561 | 42 903 | 50 543 |
| Etanol | 2 131 | 1 224 | 1 224 | 4 580 | 3 673 | 3 673 | 3 673 | 15 600 | 21 158 | 30 561 | 42 903 | 50 543 |
| Materiales Indirectos | | | | | | | | | | | | |
| Sacos | 12 870 | 7 394 | 7 394 | 27 657 | 22 181 | 22 181 | 22 181 | 94 201 | 127 764 | 184 548 | 259 077 | 305 214 |
| Bolsas | 305 | 175 | 175 | 655 | 525 | 525 | 525 | 2 230 | 3 024 | 4 368 | 6 132 | 7 224 |
| Agua | 3 289 023 | 1 889 531 | 1 889 351 | 7 068 084 | 5 668 592 | 5 668 592 | 5 668 592 | 24 073 860 | 32 651 089 | 47 162 684 | 66 209 152 | 77 999 823 |

Tabla 96. Plan de Presupuesto de materiales

| Materiales Directos | 1 mes | 2 mes | 3 mes | 1 trim | 2 trim | 3 trim | 4 trim | 1 año | 2 año | 3 año | 4 año | 5 año |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Cáscara de maracuyá | 3 210 | 1 844 | 1 844 | 6 899 | 5 533 | 5 533 | 5 533 | 23 976 | 31 870 | 46 034 | 64 625 | 76 133 |
| Ácido Cítrico | 493 | 283 | 283 | 1 060 | 850 | 850 | 850 | 10 808 | 14 366 | 20 751 | 29 132 | 34 320 |
| Etanol | 1 172 | 6 73 | 673 | 2 519 | 2 020 | 2 020 | 2 020 | 8 580 | 11 637 | 16 808 | 23 596 | 27 799 |
| Materiales Indirectos | | | | | | | | | | | | |
| Sacos | 4 596 | 2 641 | 2 641 | 9 878 | 7 922 | 7 922 | 7 922 | 33 643 | 45 630 | 65 910 | 92 528 | 109 005 |
| Bolsas | 54 | 31 | 31 | 117 | 94 | 94 | 94 | 398 | 540 | 780 | 1095 | 1290 |
| Agua | 4 775 | 2 743 | 2 743 | 10 261 | 8 230 | 8 230 | 8 230 | 34 950 | 47 402 | 68 470 | 96 122 | 113 239 |

5.12.2. Electricidad

5.12.2.1. Electricidad en kWh de las maquinarias y equipos de oficina

Para una producción de 175 kg/día, el tiempo que deberá estar encendida cada máquina y equipos de oficina, se muestra en la siguiente tabla 97:

Tabla 97. Energía consumida en kWh de cada máquina y el tiempo de funcionamiento en minutos y horas

| Descripción | Cant. | Energía kWh | Min. Encendida | Horas encendida |
|--|-----------|---------------|----------------|-----------------|
| 1. Equipos de oficina | | | | |
| Laptops | 8 | 0,19 | 480 | 8 |
| 2. Maquinaria de proceso | | | | |
| Máquina de lavado continuo JD - FX – 20 | 1 | 3 | 56 | 0,93 |
| Máquina cortadora Modelo GK – A | 2 | 4 | 68 | 1,13 |
| Escaldador - Blancher PPT Spray | 1 | 0,75 | 10 | 0,17 |
| Transportador vibratorio (Escurrido de agua) ISO FLO | 1 | 1 | 30 | 0,50 |
| Fruit Tunnel Drying Machine SSJ - II | 1 | 16,5 | 353 | 5,88 |
| Pulverizador Veyco MPV 800 Jumbo | 1 | 75 | 10 | 0,17 |
| Mezcladora en forma de V (B - 4200 - CAI) | 1 | 7,5 | 40 | 0,67 |
| Reactor de acero REC – 8000 | 1 | 11 | 160 | 2,67 |
| Filter Press Model GHT 4 X 4 2000 | 1 | 5,5 | 38 | 0,63 |
| Heating tank DYMT – 06 | 1 | 3 | 120 | 2,00 |
| Mezcladora bidimensional EYH 4000 | 1 | 13 | 30 | 0,5 |
| Secador giratorio de doble cono al vacío | 1 | 15 | 360 | 6,00 |
| Pulverizador Veyco MPV 400 Jumbo | 1 | 30 | 6 | 0,10 |
| Osmonics Water purification Model 22J - UP1 | 1 | 4,75 | 72 | 1,20 |
| Tanque de acero inoxidable Bertrams | 2 | 3 | 960 | 16,00 |
| Selladora industrial de bolsas | 1 | 0,4 | 30 | 0,40 |
| Columna de destilación MSJX001 | 1 | 5,5 | 240 | 4,00 |
| TOTAL | 27 | 199,09 | 3 063 | 50,95 |

La energía consumida en kWh se obtiene de las especificaciones técnicas de cada máquina industrial y equipo de oficina.

Para calcular los kW día se deberá multiplicar la cantidad de máquinas por el tiempo de funcionamiento de cada máquina y por su consumo en kWh, para hallar los kW año se multiplica por los 300 días laborables al año, por último para obtener el gasto anual en

electricidad se multiplica la cantidad de kW año por el costo por kWh en el Perú que es de S/. 0,1405 soles, siendo en dólares \$ 0,050.

En la siguiente tabla 98 se muestra el total de kW día y kW año consumidos por las máquinas y equipos de oficina, además del gasto total en dólares por consumo de electricidad de máquinas y equipos de oficina.

Tabla 98. Consumo eléctrico diario, anual y costo eléctrico de maquinaria industrial y equipo de oficina en dólares.

| Descripción | kW día | kW año | Gasto eléctrico anual |
|---|---------------|-------------------|------------------------------|
| 1. Equipos de oficina | | | |
| Laptops | 12,16 | 3 648,00 | 183,00 |
| 2. Maquinaria de proceso | | | |
| Máquina de lavado continuo JD - FX – 20 | 2,79 | 837,00 | 42,00 |
| Máquina cortadora Modelo GK – A | 9,04 | 2 712,00 | 136,00 |
| Escaldador - Blancher PPT Spray | 0,13 | 38,25 | 2,00 |
| Transportador vibratorio (Ecurrido de agua) ISO FLO | 0,50 | 150,00 | 8,00 |
| Fruit Tunnel Drying Machine SSJ - II | 97,02 | 29 106,00 | 1 460,00 |
| Pulverizador Veyco MPV 800 Jumbo | 12,75 | 3 825,00 | 192,00 |
| Mezcladora en forma de V (B - 4200 - CAI) | 5,025 | 1 507,50 | 76,00 |
| Reactor de acero REC – 8000 | 29,37 | 8 811,00 | 442,00 |
| Filter Press Model GHT 4 X 4 2000 | 3,47 | 1 039,50 | 52,00 |
| Heating tank DYMT – 06 | 6,00 | 1 800,00 | 90,00 |
| Mezcladora bidimensional EYH 4000 | 6,50 | 1 950,00 | 98,00 |
| Secador giratorio de doble cono al vacío | 90,00 | 27 000,00 | 1 355,00 |
| Pulverizador Veyco MPV 400 Jumbo | 3,00 | 900,00 | 45,00 |
| Osmonics Water purification Model 22J - UP1 | 5,70 | 1 710,00 | 86,00 |
| Tanque de acero inoxidable Bertrams | 96,00 | 28 800,00 | 1 445,00 |
| Selladora industrial de bolsas | 0,16 | 48,00 | 2,00 |
| Columna de destilación MSJX001 | 22,00 | 6 600,00 | 331,00 |
| TOTAL | 401,61 | 120 482,25 | 6 045,00 |

El consumo eléctrico total es de 401,61 kW día, siendo 120 482,25 kW año, y el gasto eléctrico en dólares es de \$ 6 045,00.

5.12.2.2. Iluminación de los diferentes ambientes dentro de la empresa

La iluminación y el tipo de luminarias usadas depende del tipo de ambiente, en la siguiente tabla 99, se presenta, la cantidad de luxes necesarios para la iluminación de cada ambiente según el Reglamento Nacional de edificaciones.

Tabla 99. Luminancias para ambientes al interior

| Ambientes | Iluminancia |
|------------------------------|--------------------|
| Áreas de línea de producción | 200 lux |
| Servicios higiénicos | 75 lux |
| Área de comedor y cocina | 220 lux |
| Área de exterior | 100 lux |
| Área de almacén | 100 lux |
| Oficinas | 300 lux |
| Sala de conferencia | 300 lux |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2006)

En la siguiente tabla 100 se presenta los datos de las 03 principales áreas de la Fábrica.

Tabla 100. Descripción de las principales áreas de la Fábrica

| Descripción | Producción | Almacén | Administrativa |
|------------------------------------|-------------------|----------------|-----------------------|
| Largo | 38,78 m | 13,4 m | 5,2 m |
| Ancho | 20,82 m | 7 m | 4,35 m |
| Altura | 6 m | 6 m | 3,5 m |
| Altura de suspensión de luminarias | 5,5 m | 5,5 m | 3,5 m |
| Flujo Luminoso por lámpara | 50 000 lm | 13 500 lm | 7 100 lm |
| Nivel de luminancia | 200 lux | 100 lux | 300 lux |

El flujo luminoso depende del tipo de lámpara que se haya seleccionado para cada área, para un área de producción en donde el espacio es mayor se requiere de lámparas de mayor flujo luminoso, lo contrario sucede para zonas administrativas en donde se requiere menos flujo luminoso por lámpara.

Los niveles de luminancia depende del grado de visión que requiera el trabajo realizado en una determinada área, en este caso se utiliza sólo 200 lux en el área de producción al no requerir el proceso de producción de pectina un mayor grado de visión por parte de los operarios.

En la siguiente tabla 101, se aprecia los factores de iluminación en función de coeficientes de reflexión y el índice del local.

Tabla 101. Factor de utilización en función de *K* y el factor de reflexión

| índice del local K | Factor de utilización | | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Factor de reflexión del techo | | | | | | | | |
| | 0,7 | | | 0,5 | | | 0,3 | | |
| | Factor de reflexión de las paredes | | | | | | | | |
| | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,3 | 0,1 |
| 1 | 0,28 | 0,22 | 0,16 | 0,25 | 0,22 | 0,16 | 0,26 | 0,22 | 0,16 |
| 1,2 | 0,31 | 0,27 | 0,2 | 0,3 | 0,27 | 0,2 | 0,3 | 0,27 | 0,2 |
| 1,5 | 0,39 | 0,33 | 0,26 | 0,36 | 0,33 | 0,26 | 0,36 | 0,33 | 0,26 |
| 2 | 0,45 | 0,4 | 0,35 | 0,44 | 0,4 | 0,35 | 0,44 | 0,4 | 0,35 |
| 2,5 | 0,52 | 0,46 | 0,41 | 0,49 | 0,46 | 0,41 | 0,49 | 0,46 | 0,41 |
| 3 | 0,54 | 0,5 | 0,45 | 0,53 | 0,5 | 0,46 | 0,53 | 0,5 | 0,45 |
| 4 | 0,61 | 0,56 | 0,52 | 0,5 | 0,56 | 0,52 | 0,6 | 0,56 | 0,52 |
| 5 | 0,63 | 0,6 | 0,56 | 0,63 | 0,6 | 0,56 | 0,62 | 0,6 | 0,56 |
| 6 | 0,68 | 0,63 | 0,6 | 0,66 | 0,63 | 0,6 | 0,65 | 0,63 | 0,6 |
| 8 | 0,71 | 0,67 | 0,64 | 0,69 | 0,67 | 0,64 | 0,68 | 0,67 | 0,64 |
| 10 | 0,72 | 0,7 | 0,67 | 0,71 | 0,7 | 0,67 | 0,71 | 0,7 | 0,67 |

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones (2006)

Para el cálculo del índice de local se utiliza la altura de suspensión de las luminarias, porque las lámparas utilizadas para el área de producción y almacén son suspendidas. La distancia entre el techo y las lámparas suspendidas es de 0,50 m, en cambio las lámparas utilizadas para la zona administrativa no son suspendidas y se utiliza la misma altura del techo.

▪ Área exterior

En la distribución de las luminarias para el área exterior (es decir que no cuenta con un techo) las lámparas se posicionan en las columnas, con una distancia de 5,2 m entre cada una.

En la siguiente tabla 102 se muestra los cálculos necesarios para determinar el número de luminarias para las áreas principales dentro de la empresa. Se utiliza un factor de mantenimiento de 0,75 en las 3 áreas por ser ambientes limpios, el factor de reflexión del techo varía dependiendo del ambiente para el área de producción es de 0,7; para el almacén de producto terminado y oficinas es de 0,5; el factor de reflexión de las paredes es de 0,5 para el área de producción, almacén es de 0,1 y administrativa es de 0,3 de acuerdo a estos factores y el índice de local se determina el factor de utilización, calculándose el número de luminarias, se tiene que hallar la distribución más eficiente sobre la planta del local. La nave es de forma rectangular, las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local.

Tabla 102. Cálculo del número de luminarias en las áreas principales

| Descripción | Fórmula | Producción | Almacén de P.T. | Administrativa |
|-------------------------------------|--|---|--|--|
| Superficie | $s = l \times a$ <i>l</i> = largo <i>a</i> = ancho | $s = 38,78 \times 20,82 = 807,40$ m | $s = 13,4 \times 7 = 93,8$ m | $s = 5,2 \times 4,35 = 22,62$ m |
| Índice Local (k) | $k = \frac{L \times a}{h(L + a)}$ <i>h</i> = altura | $k = \frac{38,78 \times 20,82}{5,5(38,78 + 20,82)} = 2,46$ | $k = \frac{13,4 \times 7}{5,5(13,4 + 7)} = 0,84$ | $k = \frac{5,2 \times 4,35}{3,5(5,2 + 4,35)} = 0,68$ |
| Flujo Luminoso Total | $\Phi_T = \frac{E \times s}{n \times f_m}$ <i>s</i> = superficie <i>E</i> = luminancia deseada <i>n</i> = factor de utilización <i>f_m</i> = factor de mantenimiento | $\Phi_T = \frac{200 \times 807,40}{0,52 \times 0,75} = 414\,015,08$ | $\Phi_T = \frac{100 \times 93,8}{0,16 \times 0,75} = 78\,166,67$ | $\Phi_T = \frac{100 \times 22,62}{0,22 \times 0,75} = 41\,127$ |
| Número de luminarias | $N = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_L}$ <i>n</i> = número de lámparas por luminaria Φ_L = flujo luminoso de una lámpara | $N = \frac{414\,015,08}{1 \times 50\,000} = 8,28$ | $N = \frac{78\,166,67}{1 \times 13\,500} = 5,79$ | $N = \frac{41\,127}{1 \times 7\,100} = 5,79$ |
| Número de luminarias real | - | 8 luminarias | 6 luminarias | 6 luminarias |
| Emplazamiento de luminarias (ancho) | $N_a = \sqrt{\frac{N}{l}} \times a$ <i>N</i> = Número de luminarias <i>l</i> = ancho, <i>a</i> = ancho | $N_a = \sqrt{\frac{8}{38,78}} \times 20,82 = 2,07$ | $N_a = \sqrt{\frac{6}{13,4}} \times 7 = 1,77$ | $N_a = \sqrt{\frac{6}{5,2}} \times 4,35 = 2,24$ |
| Número de luminarias (ancho) | - | 2 luminarias | 2 luminarias | 2 luminarias |
| Emplazamiento de luminarias (largo) | $N_l = N_a \times \frac{l}{a}$ <i>N_a</i> = Emplazamiento luminarias (ancho) | $N_l = 2,07 \times \frac{38,78}{20,82} = 3,86$ | $N_l = 1,77 \times \frac{13,4}{7} = 3,39$ | $N_l = 2,24 \times \frac{5,2}{4,35} = 2,68$ |
| Número de luminarias largo | - | 4 luminarias | 3 luminarias | 3 luminarias |
| Separación de luminarias por ancho | $S_a = \frac{a}{N_a}$ | $S_a = \frac{20,82}{2} = 10,41$ m | $S_a = \frac{7}{2} = 3,5$ m | $S_a = \frac{4,35}{2} = 2,18$ m |
| Separación de luminarias por largo | $S_l = \frac{l}{N_l}$ | $S_l = \frac{38,78}{4} = 9,70$ m | $S_l = \frac{13,4}{3} = 4,47$ m | $S_l = \frac{5,2}{3} = 1,73$ m |

▪ Cantidad de luminarias y consumo eléctrico en la planta industrial

En la siguiente tabla 103, se muestra la cantidad total de lámparas requeridas, además del gasto anual en kw de acuerdo al total de horas encendida en el día. Las lámparas de sodio para el área de producción se encenderán a las 6:00 p.m. hasta 12:30 a.m. y las luces exteriores se encenderán por motivos de seguridad desde las 9:00 p.m. hasta las 5:00 a.m.

Tabla 103. Consumo eléctrico de iluminación de la Empresa

| Tipo de luminarias | Área | Cant | kW hora | Tiempo encendido en horas punta | Tiempo encendido o fuera de hora punta | Kw día | Kw año | Gasto anual (\$) |
|--|--------------------------|------------|-------------|---------------------------------|--|--------|-----------------|------------------|
| Lámpara de sodio alta presión | Producción | 8 | 0,4 | 5 | 1,5 | 20,8 | 6240 | 313 |
| Lámpara de sodio alta presión | Carga y descarga | 6 | 0,4 | - | 8 | 19,2 | 5760 | 289 |
| Lámpara de luz mixta de mercurio incandescente | Almacén | 25 | 0,25 | 5 | 1,5 | 40,63 | 1 2187,5 | 612 |
| Fluorescente de luz blanca | Oficinas | 49 | 0,04 | - | 8 | 15,68 | 4 704 | 236,04 |
| Fluorescente de luz blanca | Comedor | 19 | 0,04 | - | 4 | 3,04 | 912 | 46 |
| Fluorescente de luz blanca | SS.HH. | 16 | 0,04 | - | 4 | 2,56 | 768 | 39 |
| Fluorescente de luz blanca | Vigilancia | 4 | 0,04 | 5 | - | 0,8 | 240 | 12 |
| Fluorescente de luz blanca | Control de calidad | 10 | 0,04 | - | 8 | 3,2 | 960 | 48 |
| Fluorescente de luz blanca | Sub - Estación Eléctrica | 3 | 0,04 | 5 | - | 0,6 | 180 | 9 |
| Lámparas halógenas empotrables en pared | Exterior | 15 | 0,075 | 2,5 | 5,5 | 9 | 2 700 | 42 |
| Total | | 155 | 1,37 | 22,5 | 40,5 | | 34 651,5 | 1 646 |

El suministro de energía eléctrica será por parte del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), el tipo de conexión es trifásica y de media tensión, además al tener un consumo menor a 1 mW por día, el tipo de cliente es regulado. El precio kW por hora de acuerdo al pliego tarifario del SEIN es de: Céntimos S/. 16,97 (Horas punta), céntimos S/. 14,05 (Horas fuera de punta), la hora punta es de 6:00 p.m. – 11:00 p.m.

El siguiente plano presenta la distribución de luminarias en el interior y exterior de la planta productora de pectina:

5.12.3. Mantenimiento

Se estima un costo anual por mantenimiento de la maquinaria del 4% del valor de esa máquina. Se observa en la tabla 104, el costo total por mantenimiento:

Tabla 104. Mantenimiento de la maquinaria de producción

| Maquinaria de proceso | Cant. | Precio/ máquina | Costo Mantenimiento |
|--|--------------|----------------------------|--------------------------------|
| Máquina de lavado continuo JD - FX – 20 | 1 | 7 700 | 308 |
| Máquina cortadora Modelo GK – A | 2 | 12 600 | 1 008 |
| Escaldador - Blancher PPT Spray | 1 | 31 200 | 1 248 |
| Transportador vibratorio (Ecurrido de agua) ISO FLO | 1 | 15 600 | 624 |
| Fruit Tunnel Drying Machine SSJ – II | 1 | 110 000 | 4 400 |
| Pulverizador Veyco MPV 800 Jumbo | 1 | 11 000 | 440 |
| Mezcladora en forma de V (B - 4200 - CAI) | 1 | 64 800 | 2 592 |
| Reactor de acero REC – 8000 | 1 | 68 900 | 2 756 |
| Filter Press Model GHT 4 X 4 2000 | 1 | 106 000 | 4 240 |
| Heating tank DYMT – 06 | 1 | 20 800 | 832 |
| Mezcladora bidimensional EYH 4000 | 1 | 15 600 | 624 |
| Secador giratorio de doble cono al vacío (6 000 kg) | 1 | 36 400 | 1 456 |
| Pulverizador Veyco MPV 400 Jumbo | 1 | 9 000 | 360 |
| Osmonics Water purification Model 22J - UP1 | 1 | 15 900 | 636 |
| Camión: Volkswagen 24 220 | 3 | 90 000 | 3 600 |
| Tanque de acero inoxidable Bertrams (8000 lt) | 2 | 24 720 | 989 |
| Selladora industrial de bolsas (Prenttron) | 1 | 350 | 14 |
| Columna de destilación MSJX001 | 1 | 10 4000 | 4 160 |
| Total | 22 | 744 570 | 30 287 |

El costo anual total de mantenimiento de maquinaria es de 30 287 dólares, asumiendo un 4% del precio de la maquinaria.

5.12.4. Sueldos

En las siguientes tablas 105 - 106, se indica los cargos del personal dentro de la empresa y sus respectivos sueldos y salarios mensuales con las retribuciones sociales correspondientes en soles y dólares.

Tabla 105. Sueldos en dólares

| Cargo | Cant. | Sueldo mensual (Soles) | Sueldo anual (Soles) | Sueldo anual (Dólares) | Beneficios y contribuciones sociales | | | | | | Sub Total | Total |
|----------------------------|-------|------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------------------|---------|--------------|-------------------------|---------------|------------|----------------|----------------|
| | | | | | Vacaciones 1 sueldo | AFP 13% | CTS 1 sueldo | Gratificación 2 sueldos | Asig. Fam 10% | EsSalud 9% | | |
| Gerente general | 1 | 5 500 | 72 000 | 23 571 | 1 964 | 255 | 1 964 | 3 929 | 196 | 177 | 32 057 | 32 057 |
| Secretaria | 1 | 1 500 | 18 000 | 6 429 | 536 | 70 | 536 | 1 071 | 54 | 48 | 8 743 | 8 743 |
| Área de producción | | | | | | | | | | | | |
| Jefe de producción | 1 | 3 500 | 48 000 | 15 000 | 1 250 | 163 | 1 250 | 2 500 | 125 | 113 | 20 400 | 20 400 |
| Ingeniero Calidad | 1 | 2 500 | 30 000 | 10 714 | 893 | 116 | 893 | 1 786 | 89 | 113 | 14 571 | 14 571 |
| Asistente de mantenimiento | 1 | 2 500 | 30 000 | 10 714 | 893 | 116 | 893 | 1 786 | 89 | 80 | 14 571 | 14 571 |
| Área de Logística | | | | | | | | | | | | |
| Jefe de logística | 1 | 3 200 | 38 400 | 13 714 | 1 143 | 149 | 1 143 | 2 286 | 114 | 103 | 18 651 | 18 651 |
| Área Comercial | | | | | | | | | | | | |
| Jefe Comercial | 1 | 3 200 | 38 400 | 13 714 | 1 143 | 149 | 1 143 | 2 286 | 114 | 103 | 18 651 | 18 651 |
| Asistente de marketing | 1 | 1 800 | 21 600 | 7 714 | 643 | 84 | 643 | 1 286 | 64 | 58 | 10 491 | 10 491 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | 138 137 | 138 137 |

Tabla 106. Salarios de cada trabajador de la empresa y sus beneficios y contribuciones sociales (En soles y dólares)

| Cargo | Cant. | Salario mensual (Soles) | Salario anual (Soles) | Salario Anual (Dólares) | Beneficios y contribuciones sociales | | | | | | | Sub Total | Total |
|---------------------|-------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------------------|--------------------|------------|-----------------------|--------------|-----------|----------------|
| | | | | | AFP 13% | CTS 1 sueldo | Gratificación 2 sueldos | Asig. Familiar 10% | Essalud 9% | Vacaciones (1 sueldo) | Senati 0,75% | | |
| Supervisor | 1 | 1 500 | 18 000 | 6 429 | 836 | 536 | 1 071 | 643 | 579 | 536 | | 10 629 | 10 629 |
| Guardián | 1 | 750 | 9 000 | 3 214 | 418 | 268 | 536 | 321 | 289 | 232 | | 5 314 | 5 314 |
| Auxiliar de almacén | 1 | 750 | 9 000 | 3 214 | 418 | 268 | 536 | 321 | 289 | 286 | | 5 314 | 5 314 |
| Operarios | 21 | 750 | 9 000 | 3 214 | 418 | 268 | 536 | 321 | 289 | 232 | 1 024 | 6 338 | 133 099 |
| Chofer | 2 | | 9 000 | 3 214 | | | | | | | | 3 214 | 6 429 |
| TOTAL | | | | 21 000 | | | | | | | | | 160 785 |

Para determinar los sueldos de cada trabajador se debe calcular el total de días que desempeñan su trabajo al año. Días naturales en el año normal (365 días), en la siguiente tabla 107 se observa el total de días no laborables al año.

Tabla 107. Días no laborables al año

| Descripción | N° de días |
|-----------------------------|-------------------|
| Domingos | 52 |
| Fiestas no recuperables | 8 |
| Enfermedad | 3 |
| Imprevistos no recuperables | 2 |
| Total | 65 |

De acuerdo a la tabla anterior el total de días no laborables es de 65, por lo tanto los días en que la empresa va a laborar al año son de 300 días.

5.12.5. Gastos variados

Los gastos relacionados con la electricidad específicamente en las oficinas y los gastos en teléfono e internet se observan en la tabla 108:

Tabla 108. Gastos anuales realizados por la empresa

| Tipo de gasto | Precio Unitario | Unidades utilizadas (Año) | Total por periodo |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Gastos de oficina | | | |
| Papel Bond | 10,7/millar | 10 millares | 107,00 |
| Lápices | 0,36 | 100,00 | 36,00 |
| Lapiceros | 0,54 | 120,00 | 64,80 |
| Cinta adhesiva | 1,07 | 12,00 | 12,84 |
| Grapas | 0,29\$/100 unid | 200,00 | 0,58 |
| Clips | 0,36\$/100 unid | 200,00 | 0,72 |
| Tijeras | 1,07 | 5,00 | 5,35 |
| Resaltador | 0,36 | 30,00 | 10,80 |
| Gastos de administración | | | |
| Electricidad de oficinas | | | 345,27 |
| Teléfono e internet | | | 707,14 |
| Gastos de organización | | | |
| Elaboración de minuta | | | 21,43 |
| Inscripción en Registros Públicos | | | 53,57 |
| Servicio de abogado | | | 160,71 |
| Gastos de venta | | | |
| Gastos de publicidad y promoción | | | 13650,00 |
| Gastos de movilidad y viajes | | | 428,27 |
| Total | | | 15604,48 |

5.13. Presupuesto

5.13.1. Presupuesto de ingresos

La siguiente tabla 109, indica los ingresos generados por la empresa.

Tabla 109. Presupuesto de ingresos

| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1. Ingresos | 682 500 | 1 058 400 | 1 528 800 | 2 299 500 | 2 827 862 | |
| 1.1. Ventas | 682 500 | 1 058 400 | 1 528 800 | 2 299 500 | 2 709 000 | |
| 1.2. Valor residual de activos fijos | | | | | | 80 195 |
| 1.3. Valor residual de capital de trabajo | | | | | | 43 285 |

5.13.2. Presupuesto de costos

En la siguiente tabla 110, se presenta el presupuesto de costos para los primeros 05 años:

Tabla 110. Presupuesto de Costos

| Periodo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Capacidad de planta | 50% | 72% | 52% | 73% | 86% |
| Costes variables | 193 492 | 276 649 | 367 150 | 512 375 | 600 450 |
| Salarios | 46 740 | 67 305 | 97 219 | 136 480 | 160 784 |
| Costo de materiales | 98 593 | 141 974 | 205 073 | 287 891 | 339 159 |
| Costo de distribución de pectina | 28 822 | 41 503 | 29 975 | 42 080 | 49 573 |
| Transporte de M.P. | 19 338 | 25 867 | 34 884 | 45 924 | 57 693 |
| Costes fijos | 52 542 | 52 542 | 57 209 | 57 209 | 57 209 |
| Seguros | 15 514 | 15 514 | 15 514 | 15 514 | 15 514 |
| Mantenimiento | 30 982 | 30 982 | 30 982 | 30 982 | 30 982 |
| Electricidad de máquinas | 6 046 | 6 046 | 10 713 | 10 713 | 10 713 |

5.13.3. Presupuesto de gastos

Los gastos se aprecian en la tabla 111:

Tabla 111. Presupuesto de Gastos

| Periodo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Gastos | 167 470 | 167 470 | 167 470 | 167 470 | 167 470 |
| Gastos comerciales | | | | | |
| Publicidad 2% de ventas | 13 650,0 | 13 650,0 | 13 650,0 | 13 650,0 | 13 650,0 |
| Movilidad y viaje | 428,57 | 428,57 | 428,57 | 428,57 | 428,57 |
| Gastos fijos | | | | | |
| Movilidad de operarios | 9 814,64 | 9 814,64 | 9 814,64 | 9 814,64 | 9 814,64 |
| Electricidad (iluminación) | 1 646 | 1 646 | 1 646 | 1 646 | 1 646 |
| Gastos de administración | | | | | |
| Asesoría Contable | 6 000 | 6 000 | 6 000 | 6 000 | 6 000 |
| Sueldos | 138 137 | 138 137 | 138 137 | 138 137 | 138 137 |
| Agua | 1 125 | 1 125 | 1 125 | 1 125 | 1 125 |
| Electricidad de equipos | 267,00 | 267,00 | 267,00 | 267,00 | 267,00 |
| Teléfono e internet | 707,14 | 707,14 | 707,14 | 707,14 | 707,14 |
| Gastos de oficina | 238 | 238 | 238 | 238 | 238 |

5.13.4. Fuentes de financiamiento

Se necesita una inversión total de \$ 1 686 513 de dólares, de los cuales serán financiados \$350 000 dólares (20,8% de la inversión total) para la adquisición de maquinaria, la Entidad Bancaria que realizará el préstamo es el Banco de Crédito, el cual proporciona una TEA del 15% para préstamos en adquisición de activos fijos (Leasing). Los siguientes datos son esenciales antes de realizar el cronograma de financiamiento: IGV (Impuesto general a las ventas): 18%, TEA (Tasa efectiva anual): 15%, se convierte la tasa efectiva anual en mensual de la siguiente manera:

$$TEM = (1 + 0,15)^{1/12} - 1 \times 100$$

$$TEM = 1,17\%$$

- Plazo: 60 meses
- Cuota: 6 910,51
- Cuota con IGV: 8 154,40

5.13.5. Flujo de caja Económico

En la siguiente tabla 112, se observa el flujo de caja económico para el período de 05 años:

Tabla 112. Flujo de caja

| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Ingresos | | 682 500 | 1 058 400 | 1 528 800 | 2 299 500 | 2 825 704 |
| Ventas | | 682 500 | 1 058 400 | 1 528 800 | 2 299 500 | 2 709 000 |
| Valor residual de activos fijos | | | | | | 80 195 |
| Valor residual de capital de trabajo | | | | | | 84 667 |
| Egresos | 1 686 513 | 658 148 | 741 305 | 847 473 | 992 698 | 1 080 773 |
| Inversión | | | | | | |
| Intereses | 350 000 | 97 853 | 97 853 | 97 853 | 97 853 | 97 853 |
| Intangibles | 31 039 | | | | | |
| Amortización intangible | | 6 207,8 | 6 207,8 | 6 207,8 | 6 207,8 | 6 207,8 |
| Tangibles | | | | | | |
| Terrenos | 110 832 | | | | | |
| Construcción e infraestructura industrial | 643 225 | | | | | |
| Maquinaria | 691 950 | | | | | |
| Aumento de activos fijos | | | 110 000 | | | |
| Tuberías y bombas | 9 620 | | | | | |
| Equipos de laboratorio | 18 435 | | | | | |
| Equipos de computo | 6 587 | | | | | |
| Luminarias | 3 675 | | | | | |
| Vehículos | 111 500 | | | | | |
| Depreciación de tangibles | | 142 040 | 142 040 | 142 040 | 153 040 | 153 040 |
| Construcción e infraestructura industrial | | 42 882 | 42 882 | 42 882 | 42 882 | 42 882 |
| Maquinaria | | 69 195 | 69 195 | 80 195 | 80 195 | 80 195 |
| Tuberías y bombas | | 1 924 | 1 924 | 1 924 | 1 924 | 1 924 |
| Equipos de laboratorio | | 3 687 | 3 687 | 3 687 | 3 687 | 3 687 |
| Equipos de computo | | 1 317 | 1 317 | 1 317 | 1 317 | 1 317 |
| Luminarias | | 735 | 735 | 735 | 735 | 735 |
| Vehículos | | 22 300 | 22 300 | 22 300 | 22 300 | 22 300 |
| Costos fijos | | 55 242 | 55 242 | 55 242 | 55 242 | 55 242 |
| Costos Variables | | 193 492 | 276 649 | 367 150 | 512 375 | 600 450 |
| Gastos | | 166 013 | 166 013 | 166 013 | 166 013 | 166 013 |
| Estudios | 16 462 | | | | | |
| Capital de trabajo | 43 188 | | | | | |
| Flujo antes de impuesto | -1 686 513 | 24 352 | 317 095 | 681 327 | 1 306 802 | 1 751 610 |
| Impuesto (30%) | | 7 306 | 95 129 | 204 398 | 392 041 | 525 483 |
| Flujo Económico | | 17 047 | 221 967 | 476 929 | 914 762 | 1 226 127 |
| Depreciación | | 142 040 | 142 040 | 153 040 | 153 040 | 153 040 |
| Amortización | | 6 207,8 | 6 207,8 | 6 207,8 | 6 207,8 | 6 207,8 |
| Flujo de caja económico | -1 688 705 | 165 295 | 370 214 | 636 177 | 1 074 010 | 1 385 375 |
| F.C. E acumulado | -1 521 218 | -1 151 004 | -514 827 | 559 183 | 1 944 557 | |

5.14. Evaluación

5.14.1. Valor actual neto

El valor actual neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero el cual es maximizar la inversión. Este valor actual neto depende de las siguientes variables: la inversión inicial, el número de periodos que dure el proyecto, la tasa de descuento, los flujos netos de efectivo. El VAN es la diferencia entre todos los ingresos y egresos expresado en moneda actual. El valor actual neto (VAN) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde: Y_t representa el flujo de ingresos del proyecto, E_t sus egresos e I_0 la inversión inicial en el momento de la evaluación. La tasa de descuento se representa mediante i . Se puede simplificar en una sola ecuación mediante:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+r)^t} - I_0$$

El VAN (Valor actual neto) obtenido del proyecto es de \$ 458 298 dólares en un periodo de 5 años, haciendo atractivo el proyecto para una inversión futura.

5.14.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR), evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos, se utiliza para decidir la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello la TIR se compara con una tasa mínima, si la tasa de rendimiento del proyecto (TIR) supera la tasa mínima se acepta la inversión, en caso contrario, se rechaza. La tasa interna de retorno, puede calcularse aplicando la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

El TIR (Tasa interna de retorno) del proyecto es de 23%, siendo 8% mayor al TMAR (Tasa mínima atractiva de retorno) la cual es de 15%.

5.14.3. Relación beneficio – costo (B/C)

La relación beneficio/costo (RBC), determina cuáles son los beneficios por cada unidad monetaria que se invierta en el proyecto entregando un índice de relación, a diferencia del VAN que entrega un valor concreto. Cuando el VAN es cero (ambos términos de la resta son iguales) la RBC es igual a 1, si el VAN es superior a cero, la RBC será mayor a 1. Para hallar la RBC simplemente se aplica la siguiente expresión:

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}}$$

El beneficio costo (B/C) para este proyecto es de 1,27, lo cual indica de que por cada dólar invertido en el proyecto se obtendrá un beneficio de 1,27 dólares.

VI. CONCLUSIONES

1. La industria de pectina en el Departamento de Lambayeque es una buena alternativa de inversión porque se cuenta con la disposición de materia prima (cáscara de maracuyá), residuo generado por las Agroindustrias que procesan maracuyá, y también por la inexistencia de una industria de pectina a nivel nacional lo cual genera la necesidad de importarla. La importación ha aumentado de 175 016,10 kg a 316 442,00 kg entre los años 2005 – 2011, teniendo como principales abastecedores a empresas extranjeras como: Braspectina, Cp Kelco APS, Obipektin AG y Grindsted Pectin; este incremento muestra la existencia de un gran mercado demandante de pectina.
2. La cáscara de maracuyá obtenida de la agroindustria AIB contiene 56,21% de carbohidratos y un contenido menor al 10,00% de cenizas siendo apta para la obtención de pectina.
3. Después de aplicado el método Taguchi se obtuvo que los factores con un efecto más significativo en el rendimiento de la pectina fueron: la temperatura de hidrólisis, la cual debe mantenerse en 80°C; el pH en la hidrólisis, el cual debe mantenerse en 3,5; un tiempo de extracción de 80 min, con lo cual se obtuvo un rendimiento del 16% de pectina; y una relación entre la cáscara de maracuyá en polvo y el agua de 1/22 y 1/26, cuando el agente hidrolizante es el ácido cítrico. A relaciones menores que las óptimas se torna difícil la filtración debido a la elevada viscosidad de la pectina.
4. El rendimiento de 16 % obtenido en este proceso de extracción de pectina, es mayor al 14 – 15 % de rendimiento promedio; esto se debe a que se utilizó al ácido cítrico como agente hidrolizante y se empleó una mayor cantidad de agua en el proceso de hidrólisis, permitiendo una mejor extracción de pectina durante la filtración; además, la utilización de alcohol etanol de 95° permitió una mejor precipitación de la pectina en comparación a otros alcoholes (Butanol, propanol y acetona) o sales de aluminio utilizados.
5. Los resultados de los análisis de la pectina extraída muestran valores óptimos, los cuales la hacen competitiva en relación a las pectinas importadas. Esto se puede apreciar en que: el grado de gelificación de 165° (se encuentra dentro del rango aceptado 145° - 175°) y el grado de esterificación de 76,87°(dentro del rango 65° - 80°) hacen que esta pectina sea denominada una pectina rápida, pues tiene la propiedad de poder gelificar en un menor periodo de tiempo y a temperaturas entre 85°- 90°C; además de que el porcentaje de ácido galacturónico, factor que demuestra la pureza y calidad, se encuentra en un 65,63%, valor similar al de las pectinas extranjeras.

6. El estudio económico realizado para la instalación de una planta de pectina demuestra una rentabilidad atractiva para el inversionista: un TIR del 23%; un VAN de \$ 458 298 dólares, en un periodo de 05 años y con una inversión inicial de \$ 1 686 513 dólares; y además, un retorno de 27 centavos por cada dólar invertido en el proyecto. Esto demuestra resultados positivos en la utilidad neta generada, siendo factible la instalación de una planta de pectina que produzca 175 kg/día en nuestra región.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apsara, Madhav 2002. Characterization of pectin extracted from different fruit wastes. *Journal of Tropical Agriculture*. 40 (2):53-54.
<http://www.jtropag.in/index.php/ojs/article/viewFile/88/83> [Acceso el 17 de Junio de 2010]
- Arroyo Max 2007. Apuntes de diseño de plantas industriales. Usat. Perú
- Attri, B.L. 2002. Pectin from galgal (*Citrus pseudolimon* Tan.) peel. *Division of Fruits & horticultural Technology, Indian Agricultura Research Institute*. 55 (1).
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V24-4F66YRB9&_user=10&_coverDate=01%2F31%2F1996&_alid=1331866037&_rdoc=2&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5692&_sort=r&_docanchor=&view=c&_ct=1648&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=c0ced9f67444093e86eab44b8c23a2a9 [Acceso el 15 de Mayo de 2010]
- Belitz, Hans 1997. *Química de los Alimentos*. 2^a ed. Acribia. España.
- Canter, Maria 2005. Extraction of pectin from apple pomace. *Journal Food Science and Technology. Brazilian Archives of Biology and Technology*. 48 (2).
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132005000200013 [Acceso el 18 de Junio de 2010]
- Charley, Helen 2005. *Tecnología de los Alimentos*. Limusa Noruega Editores. México.
- Devia, Enrique 2003. Proceso para producir pectinas cítricas. *Revista Universidad EAFIT*. Colombia.
<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/215/21512902.pdf> [Acceso el 02 de Julio de 2010]
- Fennema, Owen 2003. *Química de los Alimentos*. Acribia, S.A. España.
- Gaviria, Nadia 2005. Extracción a escala laboratorio de la pectina del maracuyá y escalado preliminar a planta piloto. *Universidad EAFIT – Departamento de Ingeniería de procesos*. Colombia.
<http://www.slideshare.net/Mockje/report-pectine-colombia-spaans> [Acceso el 15 Octubre de 2010]
- Gómez, Manuel 1995. *La producción y el mercado mundial del maracuyá*. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Colombia.
<http://www.aserca.gob.mx/secsa/estudios/maracuya.pdf> [Acceso el 21 de Agosto de 2010]
- Goxens, Duch 2001. *Manual de cálculo de costos y contabilidad industrial*. Boixareu Editores. España.

- Guidi, Augusto 2010. Obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá mediante hidrólisis ácida. *Jornal Boliviano de ciencias*. 7(21): 67 – 71.
http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2075-89362010000300014&lng=en&nrm=iso [Acceso el 27 de Julio de 2012]
- Hurtado, Julio 2008. *Diseño experimental*. Universidad Tecnológica de Bolívar.
- INEI 2008. *Compendio Estadístico Departamental*. ODEI. Lambayeque.
- Kliemann, Erika 2009. Optimisation of acid extraction from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*. 44: 476 – 483.
<http://chipre.iqm.unicamp.br/~marcia/Pub120.pdf> [Acceso el 23 de Julio de 2012]
- Kulkarni, Giriraj 2010. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of the Pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa* L.). *Journal Food Science and Technology*. 43 (7): 1026 – 1031.
<http://ir.cftri.com/9738/> [Acceso el 23 de Julio de 2012]
- Malca, Oscar 2000. *Seminario de agro negocios maracuyá*. Universidad del Pacífico. Perú. <http://www.upbusiness.net/Upbusiness/docs/mercados/10.pdf> [Acceso el 30 de Noviembre de 2011]
- Mapfre. *Seguros industriales contra todo riesgo*.
<http://www.mapfre.com/corporativo/grupomafre/es/general/index.shtml> [Acceso el 11 de Setiembre de 2011]
- Marcelo, Luis 2002. *Estudio Físicoquímico comparativo al variar agentes hidrolizantes en la obtención de pectina a partir de maracuyá (Passiflora edulis flavicarpa)*. Facultad de ingeniería Pesquera y de alimentos - UNAC. Perú.
- Mazza, G 2000. *Alimentos Funcionales: Aspectos Bioquímicos y de procesado*. Acribia S.A. España.
- Medina Pedro 2007. *Aplicación del modelo de experimentación Taguchi en un ingenio azucarero de Valle del cauca*. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.
<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/15119337-341.pdf> [Acceso el 01 de Diciembre de 2011]
- Ministerio de transportes y comunicaciones 2010. *Mapa vial del Perú*.
<http://www.mtc.gob.pe/estadisticas> [Acceso el 11 de Febrero de 2011]
- Miranda Luis 2006. *Six Sigma: Guía para principiantes*. Panorama. México
http://books.google.com.pe/books?id=1r5spBbmUwQC&pg=PA46&dq=metodo+taguchi&hl=es&ei=rC4aTvbfHF87OgAeAlfEs&sa=X&oi=book_result&ct=book-thumbnail&resnum=8&ved=0CE4Q6wEwBw#v=onepage&q&f=false [Acceso el 12 de Marzo de 2011]

- Neufert, Ernst 1995. Arte de proyectar en arquitectura. Gustavo Gili S.A. España.
- Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 1995. Volume I. 16th Edition.
- Páez, Gisela 2004. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*). Revista Facultad de agronomía. Universidad de Zulia. Venezuela.
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182005000300004&script=sci_arttext [el 10 de Enero de 2011]
- Pushpalatha, Bhat 2002. Quality upgradation of jellies prepared using pectin extracted from fruit wastes. Journal of Tropical Agriculture 40: 31 – 34.
<http://jtropag.in/index.php/ojs/article/viewfile/81/76> [el 26 de Julio de 2012]
- Rivadeneira, M 2004. Extracción de pectina líquida a partir de cáscaras de Maracuyá (*Passiflora edulis*) y su aplicación en el desarrollo de un producto de humedad intermedia. Centro de investigación científica y tecnológica. Ecuador.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10047/1/Extracci%C3%B3n%20de%20pectina%20a%20partir%20de%20c%C3%A1scaras%20de%20Maracuya.pdf> [Acceso el 03 de Noviembre de 2010]
- Rovaris, Elóisa 2008. Optimization of extraction of high-ester pectin from passion fruit peels (*Passiflora edulis flavicarpa*). Journal Bioresource Technology. 99 (13): 5561 – 5566.
<http://www.scribd.com/doc/14230171/Optimization-of-Extraction-of-Highest-ester-Pectin-From-Passion-Fruit> [Acceso el 10 de Noviembre de 2010]
- Sistema integrado de información de comercio exterior 2011. Partidas arancelarias de productos.
http://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?_page_=172.17100&_portletid_=sfichaproductoinit&scriptdo=cc_fp_init&pproducto=228&pnomproducto= Jugo de maracuya [Acceso el 10 de Agosto de 2012]
- Scheer, Agnes 2010. A comparative study of Pectin extracted from Passion Fruit rind flours. Journal of Polymers and the Environment. 18 (4): 593 – 599.
<http://www.springerlink.com/content/306m558258773208/> [Acceso el 25 de Julio de 2012]
- Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT). Importaciones de Pectina en el Perú. Operatividad Aduanera (Aduanas).
<http://www.aduanet.gob.pe/orientacAduana/index.html> [Acceso el 09 de Octubre de 2010]
- Vásquez, Roberto 2008. Extracción de pectina a partir de la cáscara de Plátano. Revista Facultad de agronomía. Universidad del Zulia. Venezuela.
<http://www.scielo.org.ve/pdf/rfaz/v25n2/art08.pdf> [Acceso el 10 de Mayo de 2010]

- Vía Rural. El Portal Agropecuario Uruguayo. Avisos clasificados de maquinaria usada. Uruguay.
<http://www.viarural.com.uy/agroindustria/camiones/volkswagen/24220m/default.htm> [Acceso el 02 de Octubre de 2010]
- Wu, Yuiin 1996. Diseño robusto utilizando los métodos Taguchi. Diaz de Santos. Madrid
- Zhong-Tao, Sun 2009. Bioconversion of apple pomace into a multienzyme bio-feed by two mixed strains of *Aspergillus Niger* in solid state fermentation. *Electronic Journal of Biotechnology*. 12 (1)
<http://www.ejbiotechnology.equipu.cl/index.php/ejbiotechnology/article/view/v12n1-1/661> [Acceso el 13 de Mayo de 2010]

VIII. ANEXOS

ANEXO 01. Fotografías del laboratorio de Fisicoquímica, facultad de ingeniería química e industrias alimentarias UNPRG.



Imagen 01. Combinación de 1g de muestra, 5 ml de ácido sulfúrico y 1 g de catalizador



Imagen 02. Equipo de destilación



Imagen 03. Equipo de destilación (Fase de destilación finalizada)



Imagen 04. Determinación de grasa (Equipo tipo Soxhlet)



Imagen 05. Peso de la muestra seca (Determinación de fibra)



Imagen 06. Muestra después de ser sometida a un lavado de etanol y acetona



Imagen 07. Balanza (Pesado de la cáscara de maracuyá)



Imagen 08. Probeta de 100 mL (Cálculo del agua empleada para el inactivado de enzimas)



Imagen 09. Proceso de inactivado de enzimas



Imagen 10. Peso de la muestra de cáscara de maracuyá en bandejas



Imagen 11. Secador de túnel



Imagen 12. Cáscara maracuyá después del secado (04 bandejas metálicas)



Imagen 13. Cáscara de maracuyá después del secado (7% de humedad)



Imagen 14. Molino de martillos



Imagen 15. Muestra de 20 gramos de pectina en polvo



Imagen 16. Bagazo y pectina en el proceso de hidrólisis)



Imagen 17. Proceso de filtración n°1



Imagen 18. Concentración de pectina después de separación del bagazo



Imagen 19. Precipitación con etanol 96°C



Imagen 20. Filtrado n°2



Imagen 21. Pectina Húmeda (Después del filtrado)



Imagen 22. Pectina Seca (Después del secado)

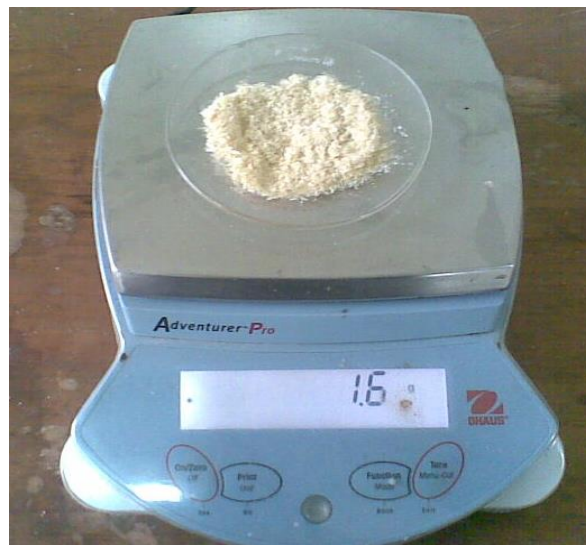


Imagen 23. Pectina en polvo (Después del molido)



Imagen 24. Pectina en polvo (Después del molido)

Anexo 02. Constancia de realización de deshidratación de la cáscara de maracuyá en la planta piloto de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo



Facultad de Ingeniería Agrícola

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
CENTRO DE PRODUCCION AGROINDUSTRIAL**

Ciudad Universitaria - Lambayeque
Teléf. 282787 Fax. 074282080



Centro de Producción Agroindustrial

Ensayo: Deshidratación de cáscara de maracuyá

Referencia: Proyecto de tesis “Valorización de la cáscara de maracuyá como sub producto para obtener pectina usando como agente hidrolizante ácido cítrico”.

Historial de secado:

Tabla 11. Proceso de secado de la cáscara hasta peso constante

| Hora | Bandeja N° | Bandeja vacía | Bandeja + muestra | Muestra |
|----------|--------------|---------------|-------------------|-------------|
| 8:00 AM | 1 | 120 | 794 | 674 |
| | 2 | 390 | 1064 | 674 |
| | 3 | 115 | 789 | 674 |
| | 4 | 115 | 789 | 674 |
| | Total | 740 | 3436 | 2696 |
| 9:30 AM | 1 | 120 | 360 | 240 |
| | 2 | 390 | 610 | 220 |
| | 3 | 115 | 387 | 272 |
| | 4 | 115 | 395 | 280 |
| | Total | 740 | 1752 | 1012 |
| 10:30 AM | 1 | 120 | 210 | 90 |
| | 2 | 390 | 462 | 72 |
| | 3 | 115 | 185 | 70 |
| | 4 | 115 | 185 | 70 |
| | Total | 740 | 1042 | 302 |
| 11:30 AM | 1 | 120 | 200 | 80 |
| | 2 | 390 | 450 | 60 |
| | 3 | 115 | 185 | 70 |
| | 4 | 115 | 175 | 60 |
| | Total | 740 | 1010 | 270 |
| 12:00 AM | 1 | 120 | 190 | 70 |
| | 2 | 390 | 440 | 50 |
| | 3 | 115 | 185 | 70 |
| | 5 | 115 | 185 | 70 |
| | Total | 740 | 1000 | 260 |
| 12:30 AM | 1 | 120 | 190 | 70 |
| | 2 | 390 | 440 | 50 |
| | 3 | 115 | 185 | 70 |
| | 4 | 115 | 185 | 70 |
| | Total | 740 | 1000 | 260 |

Procedimiento: Se distribuye equitativamente la muestra en 04 bandejas, el porcentaje de humedad previo al secado es de 92%.

Conclusiones: Se obtiene una reducción de la cáscara triturada del 10% después del secado, y una humedad final del 07%.

Lambayeque 15 de julio 2011



Willy Montalvo F.

Jefe de Unidad de producción Agroindustrial

Anexo 03. Constancia de realización de análisis físico químico de la cáscara de maracuyá en la Facultad de Ingeniería química e industrias alimentarias (FIQIA) de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (UNPRG).



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
UNIDAD DE SERVICIOS TÉCNICOS




ANÁLISIS N° 089-2011-UST/FIQIA

SOLICITANTE : MARTIN ESCOBEDO SOBERON
 ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
 MUESTRA : OBTENCIÓN DE PECTINA A PARTIR DE LA CASCARA DE MARACUYA
 (Muestra recolectada y entregada por el interesado)
 OBJETIVO : PROYECTO DE TESIS (USAT)
 FECHA DE RECEPCIÓN : ABRIL - JUNIO 2011
 FECHA DE REPORTE : 14-07-2011

RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

| DETERMINAR | MEDIDA | RESULTADO |
|---------------|--------|-----------|
| HUMEDAD | % | 7.00 |
| PROTEINA | % | 3.90 |
| LIPIDOS | % | 0.89 |
| CENIZAS | % | 9.00 |
| FIBRA | % | 23.00 |
| CARBOHIDRATOS | % | 56.21 |

CONCLUSIONES : Se logro determinar la composición proximal de la cascara del maracuyá deshidratada objeto del presente, encontrándose **APTA** para la extracción de pectina.


EIC. M.Sc. IVAN ALONSO MARX BERNABE HERRERA
ANALISTA
 Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
 Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias
 Unidad de Servicios
 LAMBAYEQUE

Anexo 04. Constancia de obtención de datos y otorgamiento de muestra de cáscara de maracuyá por parte de la Agro Industria AIB.



CONSTANCIA DE OBTENCIÓN DE DATOS Y OTORGAMIENTO DE MUESTRA DE CÁSCARA DE MARACUYÁ

Por medio de la presente dejamos constancia que el Sr. Martín Escobero Soberón, identificado con DNI N° 45792943, estudiante de Ingeniería Industrial, en la Universidad Particular Santo Toribio de Mogrovejo, ha obtenido datos relacionados de maracuyá entre los años 2001 – 2010, además le hemos brindado una muestra de cáscara de maracuyá de 4 kg, en el año 2010, por motivos de realización de tesis.

Motupe 07 de Diciembre de 2011



Ing. Edwin F. Rojas Torres

Supervisor Dpto. Agronómico

Anexo 05. Constancia de realización del proceso de obtención de pectina en el laboratorio de Físico química en la Universidad Pedro Ruiz Gallo (UNPRG).



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
UNIDAD DE SERVICIOS TÉCNICOS



CONSTANCIA N° 001-2012-UST-FIQA

Lambayeque, 14 de setiembre del 2012

EL JEFE DE LA UNIDAD DE SERVICIOS TÉCNICOS

HACE CONSTAR:

Que, el Sr. Tesista **MARTIN ESCOBEDO SOBERON**, identificado con DNI N°: 45792943, estudiante de la Universidad Católica "Santo Toribio de Mogrobejo", se le autorizó el uso de los equipos de los Laboratorios de Físico Química y de la Unidad de Servicios Técnicos para la realización del Proyecto de Tesis a su cargo titulado: "Valorización de la cáscara de maracuyá como residuo para la obtención de pectina usando como agente hidrolizante ácido cítrico", siendo asesorado por el Lic. M.Sc. Iván Bernabé Herrera en el proceso de extracción de pectina.

Se expide la presente a solicitud del interesado para los fines pertinentes.

Lic. M.Sc. IVAN BERNABE HERRERA
ASESOR

Ing. M.Sc. CESAR MONTEZA ARBULU
JEFE DE LAB. FISICO QUIMICO

Ing. ENRIQUE MONTEJO PINILLOS
JEFE DE LA UNIDAD DE SERV. TECNICOS