

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**DISEÑO DE UNA PLANTA SEMI-INDUSTRIAL DE PULPA CONGELADA DE  
MARACUYÁ EN EL MUNICIPIO DE LA CONCEPCIÓN –MASAYA**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO**

**AUTORES:**

**Br. Marvin Alfonso Chavarría Molina.**

**Br. Orlando Javier Sánchez Sequeira.**

**TUTOR**

**Msc. Ing. Luis Porras**

**Managua, NICARAGUA 2021**

**AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco infinitamente a Dios por brindarme la sabiduría y el conocimiento para finalizar con éxito este propósito y por darme la oportunidad de seguir construyendo los fundamentos de mi formación profesional.*

*Al mismo tiempo agradezco a mi familia, en especial a mis queridos padres, Mercedes Molina Paredes y Vicente Alfonso Chavarría Mayorga por ser una guía y apoyo en todas las etapas de mi vida que me condujeron a obtener tal distinción. También, a toda mi familia, mis hermanos y mi tío que fueron de mucho Apoyo para la culminación de mi carrera*

*A nuestros Asesores Msc. Johanna O'Connor, Msc. Silvano Cruz Sánchez por su apoyo incondicional, humano, intelectual, gestiones efectuadas en pro del desarrollo de este trabajo monográfico y por su reconocimiento a mi esfuerzo.*

*Gracias a todas estas personas, hoy puedo finalmente presentar con gran satisfacción la Tesis para optar por el Título de Ingeniero Químico por la Universidad Nacional de Ingeniería.*

**Marvin Alfonso Chavarría Molina**

**AGRADECIMIENTOS**

*Quiero agradecer en este documento al ingeniero Felipe Pérez Jirón y al ingeniero German Pomares por ser dos personas que a lo largo de mi carrera universitaria me han brindado más que su amistad y confianza un apoyo incondicional personal y académicamente, dos grandes ejemplos a seguir para mi persona como profesionales y humanos de calidad que aportan con consejos y ejemplo a que sea la persona que soy hoy en día.*

**Orlando Javier Sánchez Sequeira**

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### DEDICATORIA

*Principalmente a Dios que es todo amor.*

*A mi madre y padre, por siempre motivarme a ser una mejor persona en todos los aspectos, a quien agradezco su trabajo, perseverancia y el inmenso amor que siempre me brindan.*

*A mi familia que siempre han estado apoyándome para salir adelante a mis hijas en especial que son el motor que me impulsa a seguir.*

*A mi abuelo que en paz descanse Marcial Chavarría Meza quien estuvo a mi lado durante toda mi formación siendo un ejemplo en parte de las etapas de mi vida.*

*A las personas que estuvieron siempre para darme su apoyo incondicional y a los que motivaron directa e indirectamente a la realización de esta meta profesional tan significativa en mi vida.*

**Marvin Alfonso Chavarría Molina**

**DEDICATORIA**

*Este trabajo se lo dedico primero que todo a mi familia , a mis padres que han puesto todo su esfuerzo y dedicación desde que nací para verme crecer con buenos valores y sobre todo garantizarme una educación de calidad a pesar de los problemas económicos de mi familia , a mis dos abuelas que han formado parte integral de mi desarrollo como persona siendo ejemplo de humildad , a mi abuelo que en paz descanse que fue un gran ejemplo a seguir en todos los aspectos de mi vida y para finalizar a mis dos sobrinos que son el motor que me impulsa a ser y seguir creciendo como profesional .*

**Orlando Javier Sánchez Sequeira**

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### I. RESUMEN

La comercialización de pulpa congelada, en los últimos años ha crecido de forma impresionante en el mercado mundial; obligando a tecnificar los procesos artesanales de procesamiento de frutas para la obtención de este producto y cubrir la demanda del mercado.

Nicaragua cuenta con una gran variedad de frutas que se venden sin ningún valor agregado, lo que da lugar a desarrollar nuevos productos a partir de estas materias primas. La maracuyá es una fruta que se produce en las distintas zonas del país, se comercializa en todo el año como fruta fresca, siendo la temporada de mayor producción entre los meses de abril, mayo y junio. Por lo que presenta gran potencial de aprovechamiento para desarrollar nuevos productos de forma tecnificada, por tal razón el presente tema monográfico pretende mejorar la cadena productiva de la maracuyá y dar respuesta a la demanda del mercado nacional.

En el presente estudio, se diseñó el proceso productivo para la obtención de pulpa congelada, a partir de maracuyá variedad *flavicarpa* (*Passiflora edulis*). Con la realización del mismo, se determinó las variables que influyen en el proceso productivo tales como concentración de azúcar de 11.88 °Brix, un pH de 3.6 a una temperatura 28°C. El rendimiento obtenido fue del 21% de pulpa congelada de maracuyá.

Se planteó el escalamiento del proceso productivo a nivel industrial, considerando el 25 % de la producción nacional de maracuyá como capacidad de la planta, es decir, 1, 582,500 Kg por año. Para una producción de 2,714 bolsas de 500 gr/día de pulpa congelada de maracuyá. Se dimensionaron y seleccionaron cuatro equipos principales: 1) una transportadora de rodillos metálicos con capacidad y velocidad de transporte de 247 Kg/h - 0.8 m/s respectivamente. 2) Una despulpadora con capacidad de 500 Kg/h. 3) Una envasadora de líquidos automática con capacidad de 1800 bolsas/h. 4) Una cámara de congelación con una capacidad de 12.3 m<sup>3</sup>.

Finalmente se realizó la estimación de los costos de instalación de la línea de producción tomando en cuenta la inversión fija que incluye el costo de seis equipos en planta por un valor de U\$ 23,430, considerando además los costos de materia prima, mano de obra, equipos, entre otros; obteniendo un valor total de costo de producción e inversión fija de U\$ 1, 519,733.71 para el primer año de operación.

# Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

## Índice de Contenido

I.	RESUMEN .....	6
II.	INTRODUCCIÓN .....	9
III.	OBJETIVOS .....	10
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	10
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
IV.	MARCO TEORICO .....	11
4.1.	PULPA CONGELADA DE MARACUYÁ .....	12
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA .....	13
4.3.	CARACTERÍSTICAS DE LAS PULPAS DE FRUTAS .....	15
4.4.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA LA OBTENCIÓN DE PULPA CONGELADA DE MARACUYÁ .....	17
4.5.	ESQUEMA DEL PROCESO .....	23
4.6.	ESTIMAR EL COSTO DE PRODUCCIÓN PARA EL PROCESO PROPUESTO .....	26
V.	METODOLOGÍA .....	33
5.1.	UBICACIÓN DE LA PLANTA.....	33
5.2.	DESARROLLO DEL PROCESO PRODUCTIVO A ESCALA DE LABORATORIO.....	35
5.2.1.	VALIDACIÓN DE LAS ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	35
5.2.2.	ESCALAMIENTO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE PULPA CONGELADA.....	39
5.2.3.	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN. ....	42
5.2.4.	BALANCE DE MATERIALES.....	42
5.3.	SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS .....	44
5.4.	FÓRMULAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS. ....	45
5.4.1.	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE UNA CINTA TRANSPORTADORA. ....	46
5.4.2.	CÁLCULO DE LA TOLVA DE RECEPCIÓN Y DESPULPADORA.....	50
5.4.3.	CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA .....	54
5.4.4.	CONGELACIÓN.....	56
5.5.	ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INSTALACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN .....	64
VI.	DISCUSIÓN Y RESULTADO.....	66
6.1.	VARIABLES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PULPA DE MARACUYÁ. ....	66
6.2.	RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA.....	68
6.3.	SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	71
6.4.	ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN .....	78
VII.	CONCLUSIONES .....	80
VIII.	RECOMENDACIONES .....	81
IX.	BIBLIOGRAFÍA .....	82
X.	ANEXOS .....	86
10.1.	NORMA DEL CODEX PARA MARACUYÁ .....	86
10.2.	DATOS DE PESO DE LA MARACUYÁ .....	89
10.3.	CÁLCULOS DEL DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS.....	90

## **Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**

10.4.	RESUMEN DE CÁLCULO DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA Y DENSIDAD DE LA PULPA DE MARACUYÁ .....	96
10.5.	CÁLCULO DE LA PREDICCIÓN DEL TIEMPO DE CONGELADO .....	97
10.6.	CATALOGO TÉCNICO TAVER PARA CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN.....	98
10.7.	PROPIEDADES DEL AIRE SECO A PRESIÓN ATMOSFÉRICO.....	99
10.8.	CARTAS PSICOMÉTRICAS.....	100
10.9.	CÁLCULOS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	102
10.10.	FICHA TÉCNICA DE PULPA DE MARACUYÁ CONGELADA.....	106



# Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

## II. INTRODUCCIÓN

Las frutas son fuentes importantes de vitaminas, ácidos orgánicos, fibras y minerales esenciales para el desarrollo de huesos y dientes. La tendencia actual del mercado demanda productos naturales con una mayor capacidad de vida de anaquel; dada la alta perecebilidad de las pulpas de frutas el almacenamiento congelado es una alternativa apropiada para aumentar su tiempo de vida útil (Landirez, 2011).

Nicaragua cuenta con condiciones agroclimáticas favorables para la producción frutícola de diferentes especies tropicales, autóctonas y comerciales, durante todo el año; principalmente en la zona sur del Pacífico de Nicaragua, donde se encuentran mejores condiciones para producirlas. Sin embargo, la transformación de la fruta es muy incipiente (Caldera *et al.*, 2011).

La comercialización de la pulpa de frutas, en los últimos años ha crecido de forma impresionante en el mercado mundial; obligando a tecnificar los procesos artesanales de procesamiento de frutas para la obtención de este producto y cubrir la demanda del mercado.

La producción y exportación de pulpas congeladas se ha convertido en una poderosa alternativa de desarrollo económico para Nicaragua. Pero actualmente en el país muy pocas empresas se dedican a la exportación de frutas congeladas siendo una de ellas BURQUEAGRO la cual se dedica a la exportación de pulpa congelada de piña y Pitahaya.

El presente trabajo pretende cubrir los aspectos antes mencionados, tomando como referencia el procesamiento para la obtención de pulpa de maracuyá, para conocer las condiciones de operación de cada etapa y generar los datos necesarios para los balances de materia y energía; de tal modo, que se pueda lograr el diseño de un proceso específico de la línea de producción para la transformación de dicha fruta, así como el dimensionamiento de los equipos necesarios para llevar a cabo dicho proceso y una estimación general de los costos asociados.

# **Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**

## III. OBJETIVOS

### 3.1. Objetivo general

Elaborar un diseño de una planta semi industrial de pulpa congelada de maracuyá en el municipio de “La Concepción-Masaya”.

### 3.2. Objetivos específicos

1. Desarrollar el Proceso Productivo a escala de laboratorio determinando los rendimientos y variables de diseño que involucran las operaciones unitarias propuestas.
2. Seleccionar y dimensionar los equipos requeridos del proceso de producción, de acuerdo con una capacidad predefinida.
3. Estimar el costo de instalación de la línea de producción para el proceso propuesto.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### IV. MARCO TEORICO

#### **Producción semi-industrial**

Es aquella en la que si bien aún se realiza trabajo manual en algunas etapas del proceso de producción (que le dan forma al producto), se utiliza maquinaria para otras tareas específicas. Por ejemplo, la elaboración de quesos, pan, pizzas, etc., corresponden a una industria semi-industrial, pues parte de la producción se realiza manualmente. (Marrelli, 2011)

#### **Producción industrial**

Es aquella donde tanto la ejecución como el control de las distintas tareas del proceso productivo se efectúan con ayuda de máquinas, las que se encuentran, generalmente, en edificios llamados plantas industriales.

Se utiliza en la producción en cadena, producción en masa, producción en serie o fabricación en serie fue un proceso revolucionario en la producción industrial cuya base es la cadena de montaje o línea de ensamblado o línea de producción; una forma de organización de la producción que delega a cada trabajador una función específica y especializada en máquinas también más desarrolladas. (Marrelli, 2011)

#### **Clasificación de industria según el MIFIC**

La clasificación de Micro, Pequeña o Mediana Empresas se hará conforme a los parámetros establecidos en la Ley 645 toma en cuenta tres variables: (1) Número Total de Trabajadores, (2) Activos Totales en Córdoba y (3) Ventas Totales Anuales. Estos tres valores son ponderados, es decir, tiene un peso que al combinarse entre ellos, determina en que categoría será clasificada la empresa. Las variables para clasificación de la empresa se basan en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1. Variables para clasificación de las empresas**

<b>Variables</b>	<b>Micro</b>	<b>Pequeña</b>	<b>Mediana</b>
<b>Número total de Trabajadores</b>	1 a 5	6 a 30	31 a 100
<b>Activos Totales (córdobas)</b>	Hasta 200.0 miles	Hasta 1.5 millones	Hasta 6.0 millones
<b>Ventas Totales Anuales (córdobas)</b>	Hasta 1 millón	Hasta 9 millones	Hasta 40 millones

## **Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**

### 4.1. Pulpa congelada de maracuyá

La tendencia hacia el consumo de jugos de frutas se ha incrementado debido a que se consideran fuentes de vitaminas, antioxidantes entre otros compuestos que son beneficiosos para la salud. Así mismo, el mercado de alimentos y bebidas, a nivel mundial, se ha visto dinamizado por una tendencia hacia el consumo de productos solubles, de agradable sabor, aroma y que no contengan aditivos artificiales. En el caso de la industria de jugos y bebidas naturales, el ingrediente principal de la producción constituyente los concentrados de frutas (Jácome y Gualavisí, 2011).

La concentración de jugos de frutas consiste en la remoción de agua de su contenido para facilitar el almacenamiento y transporte además de alargar la vida útil del producto. Este proceso se realiza procurando mantener las características organolépticas y nutritivas del producto inicial.

#### **Aspectos relevantes del producto a elaborar**

La pulpa de fruta congelada sigue un procesamiento industrial cuyo objetivo fundamental es la conservación del producto.

La congelación o pasteurización permite que las frutas puedan ser utilizadas por períodos largos de tiempo. Este sistema mantiene la fruta disponible fuera de temporada (estacionalidad anual), y evita la pérdida del producto por sobre maduración tanto a nivel del productor como del consumidos final. Otras ventajas atribuibles al congelado se la pulpa son:

- Estabilidad de los precios en el mercado.
- Regularidad de oferta (estacionalidad anual).
- Homogenización de la calidad.
- Evitar problemas sanitarios y logísticos.

El tratamiento de la fruta incluye una minuciosa selección, un proceso de higienización (exentas de parásitos, residuos tóxicos, pesticidas y desechos animales o vegetales), pelado y separación de semillas y cascaras, para luego envasar la pulpa de alta calidad y congelar a una temperatura de -20 grados centígrados. También se utiliza la pasteurización y la conservación con azúcar de la pulpa pasteurizada, caso en el cual el producto no requiere congelación, lo que resulta más cómodo desde el punto de vista de almacenamiento y utilización en la preparación de jugos naturales (EQUINOCCIO *et al*, 2013).

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### **Beneficios a la salud**

El consumo de fruta tiene múltiples beneficios, como es ampliamente conocido:

- Las pulpas congeladas no tienen perseguido alguno, mantienen el sabor y características nutricionales de la fruta de la que se extraen, y su vida útil es de un año.
- Fuente de fibra indispensable para el buen funcionamiento del sistema digestivo.
- Fuente de vitamina A, E y C, proteínas, azúcares naturales, agua y no contienen colesterol.
- Fácil disposición y sus consumidores no tienen el problema de sobre maduración y daño de la fruta fresca que no es consumida inmediatamente.
- Las pulpas preservan todos estos beneficios, adicional a lo cual aseguran la disponibilidad continua de cada variedad de fruta (EQUINOCCIO *et al*, 2013).

### **Forma de usar**

- Las pulpas concentradas se diluyen con agua o leche para la preparación de jugos o sorbetes en proporción de 1 a 3, o en una mayor dilución en la elaboración de refrescos.
- Para la preparación del jugo simplemente se descongela la pulpa, se adiciona agua en la proporción antes indicada y azúcar al gusto, obteniéndose un jugo 100% natural.
- La pulpa azucarada pasteurizada (mermelada) no requiere congelación, lo cual permite mantenerla a temperatura ambiente sin que se alteren sus características por un término de tres meses, y si es refrigerada hasta de 6 meses (EQUINOCCIO *et al*, 2013).

### **4.2. Caracterización de la materia prima**

#### **Características organolépticas del fruto:**

El producto debe estar entero con la forma característica de la variedad, limpio, sin humedad externa anormal, el pedúnculo debe ser cortado de raíz, libres de daños, ataques de insectos, enfermedades, magulladuras o podredumbre que impida su consumo. El grado de desarrollo y el estado del maracuyá debe permitir el transporte y la manipulación de tal manera que llegue satisfactoriamente al lugar de destino (Viloria, 2016).

#### **Características fisicoquímicas del fruto:**

Color: exterior amarillo, semilla de color negro a violeta oscuro.

Sabor: ácido.

Aspecto: fresco, consistencia dura, lisa y sedosa (ver anexo 10.1).

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

Tabla 4.2. Características Químicas de la *Passiflora edulis*

Parametros evaluados	Resultados
PH	2.89 ± 0.33
Acides	3.24 ± 0.70
Solidos Solubles Totales (SST)	13.48 ± 0.15
Indice de maduracion (SST/Acidez)	4.11± 0.5
Cenizas	0.58 ± 0.05 %
Humedad	81.66 ± 0.25 %
Proteina	1.20± 0.55 %
Grasas	0.53 ± 0.33 %
Fibra Cruda	2.15 ± 0.33 %
Carbohidratos	16.04 ± 0.10 %
Vitamina C	25.50 ± 0.10 %

Fuente: Scribd Inc., 2020.

### Índice de madurez

Relación muy utilizada para determinar el estado de madurez en que se encuentra una pulpa, es el valor que resulta de dividir los °Brix por la acidez.

Este valor incrementa conforme la fruta avanza en su proceso de maduración natural. Los azúcares aumentan porque llegan de diversas partes de la planta a la fruta y los ácidos disminuyen porque son gastados en la respiración de la planta. El índice de madurez (IM) es utilizado para normalizar pulpas y lograr formular néctares también normalizados; de tal forma que se garantiza tanto el contenido de pulpa como los °Brix y la acidez final del néctar.

### Grado de maduración

El cambio en la maduración del maracuyá se expresa cuando el color de la cascara cambia de verde al amarillo como se muestra en la siguiente descripción gráfica.



Figura 4. 1. Índice de Madurez. Fuente: Cadena Productiva del Cultivo de Maracuyá, 2020.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

**Tabla 4. 3. Color del fruto en relación a la madurez**

<b>Color del Fruto</b>	<b>Características</b>
0	Fruto de Color verde oscuro bien desarrollado
1	El color Verde pierde intensidad y aparecen leves tonalidades
2	Aumenta el color amarillo en la zona central del fruto permanece el color verde en las zonas cercanas al pedúnculo y a la base
3	El color amarillo se hace más intenso, y se mantiene el verde en las zonas más cercanas al pedúnculo y a la base
4	El color amarillo ocupa casi toda la superficie del fruto, excepto en pequeñas áreas verdes cercanas al pedúnculo y a la base
5	El Fruto es totalmente amarillo
6	El fruto presenta una coloración amarilla intensa (“sobre madurez”)

Fuente: Cadena Productiva del Cultivo de Maracuyá, 2020

### **Producción en el país**

En el país se siembra principalmente en el departamento de Matagalpa en los municipios de Matagalpa, Sébaco, San Ramón, Terrabona, San Dionisio, El Tuma - La Dalia y Matiguás,). Otros departamentos en donde se produce el cultivo pero en menor escala son: Rivas, Carazo, Masaya y Managua (Suarez O. B., 2017).

La producción nacional en el país es de 211 hectáreas de maracuyá al año. El rendimiento por hectárea según (Suarez O. B., 2017) es de 30 toneladas por hectárea para un total de producción anual de 6 330 toneladas de maracuyá al año.

### **4.3. Características de las pulpas de frutas**

La pulpa, es la parte blanda y carnosa comestible de las frutas. En la industria alimenticia, se entiende por pulpa a un producto pulposo sin fermentar, pero fermentable, destinado al consumo directo; se prepara mezclando toda la parte comestible, tamizada o triturada, o el producto homogeneizado de frutas en buen estado y maduro, concentrado o sin concentrar; a la pulpa 100% pura, no se le puede agregar agua ni azúcar.

Las pulpas se caracterizan por poseer una variada gama de compuestos nutricionales. Están compuestas de agua en un 70% a 95%, la importancia desde el punto de vista nutricional es su aporte a la dieta principalmente de: vitaminas, minerales, enzimas y carbohidratos como la fibra. La pulpa de cada especie posee compuestos que la hacen diferentes en su composición, características organolépticas y rendimiento.

## **Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**

### **Características organolépticas de la pulpa**

Se refieren a las propiedades detectables por los órganos de los sentidos, es decir la apariencia, color, aroma, sabor y consistencia. La apariencia de las pulpas debe estar libre de materias extrañas, admitiéndose una separación en fases y la mínima presencia de trozos y partículas oscuras propias de la fruta utilizada. La mayor separación de fases se produce por la presencia de aire ocluido cuando se emplean despulpadoras que provoquen esta incorporación, el tamaño grueso de las partículas que componen la pulpa y reacciones enzimáticas en pulpas no pasteurizadas.

En relación con el tamaño de la partícula depende del diámetro del orificio del tamiz que se empleó para la separación de las semillas durante el despulpado. A mayor diámetro, partículas más gruesas que menos se sostienen en la columna de fluido, tendiendo a caer por efecto de la fuerza de gravedad. La separación de fases se presenta al dejar las pulpas en estado crudo, es decir sin aplicar un tratamiento térmico que inactive las enzimas, causantes de la hidrólisis de pectinas y posterior formación de sales que las precipitan. Esta precipitación es la que produce un líquido de apariencia más transparente en la parte superior y opaca en la inferior. La presencia de partículas oscuras en la pulpa se puede deber a la rotura de semillas de color oscuro durante el despulpado. También puede ser debido a la presencia de manchas oscuras en la piel de la fruta que pueden pasar a la pulpa.

### **Características fisicoquímicas de la pulpa**

Las características fisicoquímicas de mayor interés en las pulpas son: los sólidos solubles y la acidez, ya que permiten determinar el grado de madurez de la fruta o si ha sido diluida.

#### **Grados brix**

Miden la cantidad de sólidos solubles presentes en la pulpa expresados como porcentaje de sacarosa, y es importante en el control de calidad. Los sólidos solubles están formados por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en la pulpa. Se determinan empleando un refractómetro o brixómetro calibrado a 20 °C, si la pulpa está a otra temperatura deben ajustarse el ° Brix a la temperatura en que se realice la lectura.

Estas características varían entre las frutas de una misma especie y otra, debido a factor genético y agro cultural. Lo mejor es conseguir frutas que con alto rendimiento en pulpa, un valor elevado de sólidos solubles e intensas características sensoriales propias de la fruta.

#### **Acidez**

La acidez titulable, establece los niveles mínimos de ácido que debe poseer cada pulpa, expresados en porcentaje masa/masa de ácido cítrico anhidro. Con esta medida se deduce el grado de madurez que se empleó o si la pulpa ha sido diluida.



## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 4.4. Descripción del proceso productivo para la obtención de pulpa congelada de maracuyá

Existen diversas definiciones sobre el proceso de producción, siendo una de ellas de Nassir (2008), que la define como la forma en que una serie de insumos se transforma en productos mediante la participación de una determinada tecnología (la relación entre mano de obra, maquinaria, métodos y procedimientos de operación, etc).

Con ello, entre los elementos básicos para el diseño de un proceso, se tienen:

- Equipos de proceso: se requieren en los procesos para realizar los cambios físicos o químicos y separaciones necesarias para producir los productos deseados.
- Instalaciones de almacenamiento de materiales.
- Recursos básicos, tales como: sistemas para proveer y circular fluidos en diferentes los equipos.
- Estructuras: que soporta la planta y los equipos.
- Edificación de la planta.

Toda fruta pasa por una serie de operaciones de preparación antes de pasar al proceso de transformación de la misma para obtener el producto deseado. Aquellas operaciones son las mismas para todo tipo de fruta y se describen a continuación (Editores, 2008).

#### **Recepción**

La fruta llega generalmente directo del productor a la planta, aquí se verifica de forma rápida que el fruto se encuentre en buen estado y el mayor parte maduro, se cuenta las jabas o cajas que se reciben para posteriormente proceder a pesar la materia prima.



Figura 4. 2. Báscula digital de alta capacidad. Fuente: Balanzas Digitales, 2020.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### **Clasificación**

Se realiza para separar las frutas sanas de las descompuestas y las frutas maduras listas para la obtención de la pulpa de las verdes o aun no maduras (pintonas) que deben ser almacenadas para completar su proceso de maduración natural. Esta etapa se puede efectuar sobre mesas o bandas transportadoras; juega un papel muy importante la agilidad y los sentidos de los operarios como: el tacto, vista y olfato; ya que el color, aroma o dureza de las frutas permiten elegir las frutas adecuadas. Estas características pueden ser comprobadas a través de ensayos sencillos como los grados Brix, que responden a un grado de madurez apropiado para la obtención de pulpas de alta calidad.

### **Lavado y desinfección**

Tiene como objetivo, retirar la tierra o arena y reducir la elevada carga microbiana que traen las frutas, por lo que se utiliza como fluido de lavado agua potable de la red pública y la operación puede efectuarse por inmersión de las frutas en el agua o por aspersión, es decir las frutas son lavadas con agua a una cierta presión. De este modo se logra disminuir la cantidad de desinfectante consumida en la siguiente etapa.

Se efectúa empleando materiales y sustancias compatibles con las frutas para disminuir al máximo la carga microbiana que se encuentra en la cáscara del fruto.

Las sustancias desinfectantes que se pueden emplear son a base de cloro, sales de amonio cuaternario, yodo y otra serie de principios activos del mercado. El hipoclorito de sodio a partir de solución al 13% es el desinfectante más empleado por su actividad y bajo costo. El desinfectante utilizado puede ser intercalado para que la flora contaminante no se vuelva resistente a una sola sustancia. Una vez higienizado todo, se procede a desinfectar las frutas luego de lavarlas, sumergiéndolas en la solución desinfectante por un tiempo adecuado de 5 a 10 minutos, dependiendo de las características de las frutas y estado de suciedad.

La solución de hipoclorito puede tener una concentración de 50 (mg/kg) o 50 (mg/L). La efectividad de esta solución disminuye a medida en que se sumergen más cestillos de frutas. La rotación sugerida es de tres lotes.

Para saber si la solución desinfectante aún sirve es determinar el olor característico de cloro y a simple vista que no esté muy sucia. Técnicamente, es recomendable medir el cloro residual, para garantizar que la solución permanezca en 50 ppm de hipoclorito.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá



Figura 4. 3. Lavadora de Frutas por Inmersión. Fuente: Escobar, 2016.

### **Despulpado**

Operación en la que se logra separar la pulpa de los residuos como las semillas, cáscaras y otros. El principio en que se basa, es el de hacer pasar la pulpa y semilla a través de mallas de diferentes tamices que forman parte de una máquina llamada despulpadora.

El despulpado, inicia introduciendo la fruta entera en la despulpadora higienizada. La máquina arroja por un orificio los residuos como semillas, cáscaras y otros materiales duros que no pudieron pasar por los orificios de la malla.

Los residuos pueden salir impregnados aún de pulpa, por lo que se acostumbra a repararlos. Éstos se pueden mezclar con un poco de agua o de la misma pulpa que ya ha salido, para así incrementar su rendimiento, lo cual se prueba cuando el nuevo residuo sale más seco y se aumenta la cantidad de pulpa. Se recomienda exponer lo menos posible la pulpa al ambiente.

Para lograrlo, inmediatamente se obtiene la pulpa, se cubre, o se envía por tubería desde la salida de la despulpadora hasta un tanque de almacenamiento.

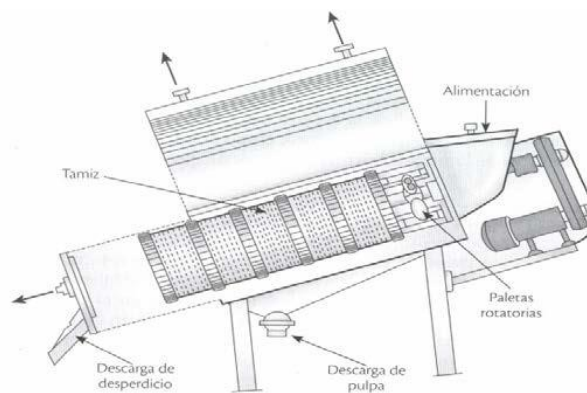


Figura 4. 4. Despulpador. Fuente: Escobar, 2016.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### **Empacado**

Las pulpas obtenidas como producto, deben ser aisladas del ambiente a fin de mantener sus características hasta el momento de su empleo. Esto se logra mediante el empacado con el mínimo de aire en recipientes adecuados y compatibles con las pulpas. En las fábricas se emplean diferentes tipos de plásticos en forma de vasos, bolsas, botellas y canecas, de tal modo que el producto sea vistoso y económico.



Figura 4. 5. Envasadora selladora semiautomática. Fuente: ASTIMEC S.A., 2020.

### **Congelado**

Se basa en el principio de que a menor temperatura más lentas son todas las reacciones. Esto incluye las reacciones producidas por los microorganismos, los cuales no son destruidos sino retardada su acción vital.

La congelación mantiene la temperatura de los alimentos hasta  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Este proceso provoca la cristalización del agua contenida en los alimentos en hielo. El resultado es un descenso significativo de la actividad del agua, que frena o detiene la actividad enzimática y microbiana. Por lo tanto, la conservación de alimentos por congelación puede mantenerse a largo plazo, ya que al no haber disponible agua como medio líquido, pocas reacciones pueden ocurrir (Orrego Alzate, 2008).

Para la conservación de producto existen escalas de temperatura para refrigeración. El manejo de dichas temperaturas depende del producto que se desea refrigerar o congelar, por tal razón es que se establecen las aplicaciones que se muestran en la tabla 4.3 de escalas de temperatura de refrigeración.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

**Tabla 4.4. Escalas de temperatura de refrigeración**

<b>Escala de temperatura</b>	<b>Rango de oscilación</b>	<b>Productos almacenados</b>
Temperatura alta	4°C – 15°C	Flores
Temperatura media	-2°C – 4°C	Huevos, lechugas y tomates.
Temperatura baja	-18°C – -30°C	Carnes, verduras, productos lácteos, entre otros

Fuente: Ureña Ulcigrai, 2017.

### **Equipos de Congelación**

Dependiendo del aspecto que se mire, puede haber varias clasificaciones de los equipos para congelar. Si se tiene en cuenta el tipo de sistema de refrigeración pueden dividirse en congeladores mecánicos y criogénicos; los primeros emplean el principio de refrigeración mecánica ya mencionado y pueden usar distintos medios para congelar indirectamente como aire, líquidos o superficies frías. Los criogénicos usan el contacto directo con el alimento y utilizan gas carbónico o nitrógeno líquido.

La velocidad de congelación determina la distribución y tamaño de los cristales en los tejidos. Si es lenta, serán grandes y aparecerán principalmente fuera de las células, generando su compresión mecánica, con consecuente aplastamiento y ruptura de paredes. La concentración del "soluta" externo a las células produce por osmosis la migración del agua hacia el exterior de la célula, deshidratándola. A altas velocidades de congelación se forman cristales pequeños dentro y fuera de la célula, produciéndose así menos deterioro.

Industrialmente se pueden clasificar estos equipos en tres grandes tipos: de ráfaga de aire, de contacto directo y de contacto indirecto. En la figura 4.6 se muestran algunos modelos según esa clasificación.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

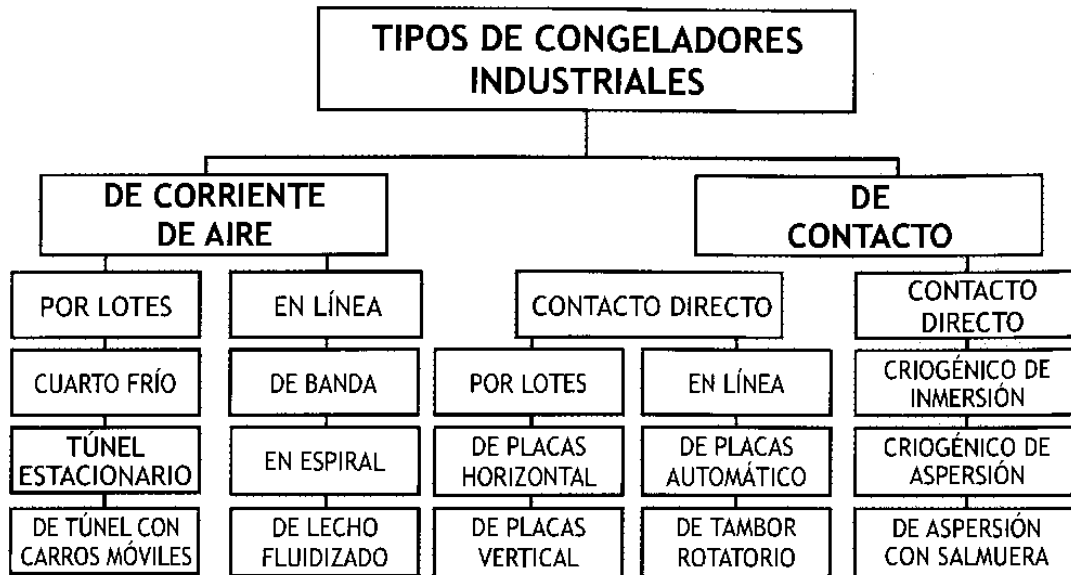


Figura 4. 6. Tipos de Congeladores. Fuente: Orrego Alzate, 2008.

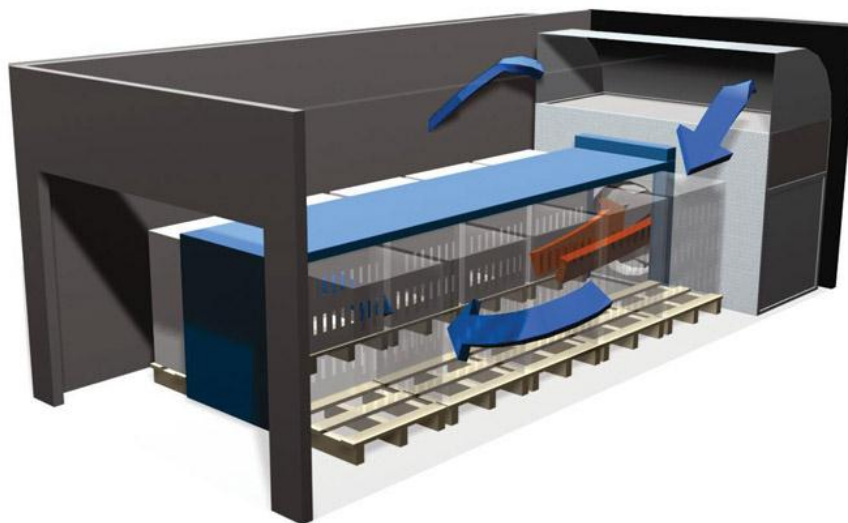


Figura 4. 7. Congelador de corriente de aire. Fuente: Ballesteros, 2018.

## **Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**

### 4.5. Esquema del proceso

En forma general, el procesamiento de pulpa de maracuyá a partir de fruta fresca. Inicia con la recepción, clasificación, lavado y desinfección de la fruta para posteriormente realizar el despulpado. Una vez obtenida la pulpa sin semilla se procede al envasado en fundas de polietileno para finalmente ser almacenado en congelación a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su distribución. Es importante mencionar que para la obtención de pulpa de maracuyá no se contemplan procesos de pasteurización.

La figura 4.8 presenta el esquema del proceso empleado en este trabajo. A continuación se presenta de manera esquemática el diagrama de flujo del proceso productivo de pulpa congelada, representado en la figura 4.8.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

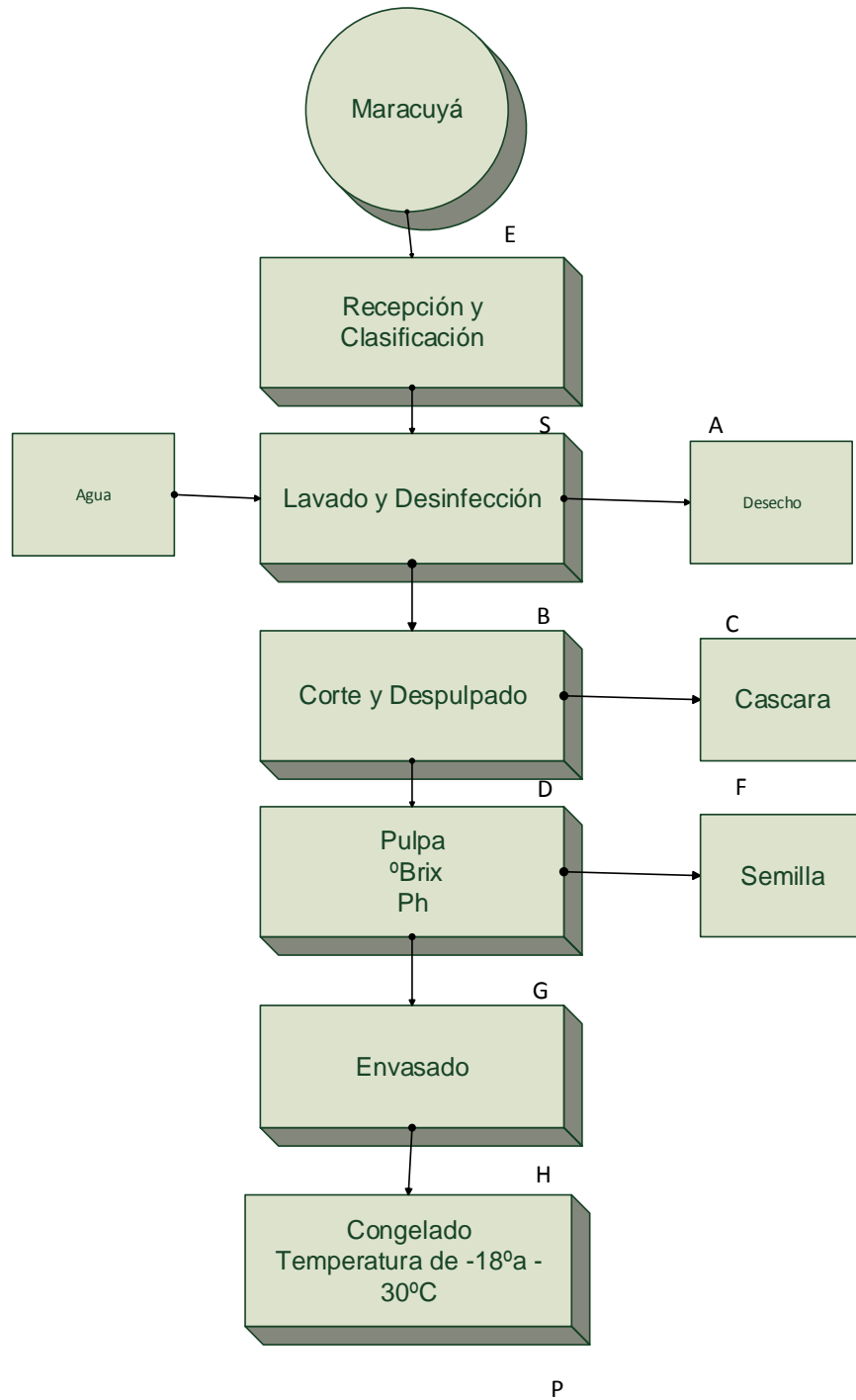


Figura 4. 8. Diagrama de bloque del Proceso. Fuente: Elaboración Propia.



## **Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**

Para el balance de materiales que se representa en diagrama de bloque se realizara los cálculos planteados en cada una de las operaciones proyectadas en el proceso seleccionado:

### **Recepción y selección**

$$E = S \quad (4.1)$$

### **Lavado**

$$S - A = B \quad (4.2)$$

### **Corte y Despulpado**

$$B - C = D \quad (4.3)$$

### **Separación de Pulpa y Semilla**

$$D - F = G \quad (4.4)$$

### **Envasado**

$$G = H \quad (4.5)$$

### **Congelado**

$$H = P \quad (4.6)$$

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 4.6. Estimar el costo de producción para el proceso propuesto

#### Capital fijo total

El cálculo del capital fijo se realiza mediante la guía planteada por Ulrich (1993) y Peters y Timmerhaus (1991). El capital fijo total es la suma de los costos directos e indirectos fijos de la planta industrial. Los porcentajes utilizados en los siguientes acápite hacen referencia a una planta de procesamiento de fluidos (Peters y Timmerhaus, 1991).

#### Costos fijos directos

Los costos fijos directos, lo conforman: costo total de los equipos y auxiliares en la planta, costo CIF, costos de instalación, costos de instrumentos y control, costos de tubería y accesorios, costo de instalación eléctrica, costo de edificios, costos de mejoras del terreno y costos de servicio.

Cuando es necesario estimar un equipo del cual no se conoce el costo, es posible aplicar la siguiente ecuación (Peters y Timmerhaus, 1991):

$$(\text{Costo del equipo})_x = (\text{Costo del equipo})_{\text{base}} * \left( \frac{\text{Capacidad del equipo}_x}{\text{Capacidad del equipo}_{\text{base}}} \right)^{0.6} \quad (4.7)$$

#### Costo total de los equipos y auxiliares en la planta

##### a. Costo CIF

El costo CIF (costo de comercio) se refiere al costo de seguro y flete de la logística marítima o fluvial. Se considera un 10% del costo estimado por la guía de costos (Peters y Timmerhaus, 1991).

$$\text{CIF} = 10\% * C_{\text{egc}} \quad (4.8)$$

Donde:

CIF= costos de seguro y flete de logística marítima o fluvial

$C_{\text{egc}}$  = costo estimado por la guía de costos

##### b. Costos de instalación

La instalación de equipos considera costos de mano de obra, fundaciones, soportes, plataformas, gastos de construcción y otros factores directamente relacionados con el montaje de equipo comprado, se estima un 47% del costo total de los equipos puestos en planta (Peters y Timmerhaus, 1991).

$$C_{\text{Inst}} = 47\% * C_{\text{Tep}} \quad (4.9)$$

Donde:

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$C_{inst}$ : costo de instalación

$CT_{epp}$ : costo total de los equipos puesto en planta

### **c. Costos de instrumentos y control**

Considera costos de instrumentos, costos de mano de obra de instalación y gastos de equipos auxiliares y los materiales, constituyen la mayor parte de la inversión de capital necesaria para la instrumentación, se estima un 36% de costo total de los equipos puestos en planta (Peters y Timmerhaus, 1991).

$$C_{IC} = 36\% * CT_{epp} \quad (4.10)$$

Donde:

$C_{IC}$ : Costos de instrumentos y control

$CT_{epp}$ : costo total de los equipos puesto en planta

### **d. Costos de tubería y accesorios**

El costo de la tubería cubre la mano de obra, válvulas, accesorios, tuberías, soportes y otros artículos involucrados en la construcción completa de todas las tuberías utilizadas directamente en el proceso, se estima un 68% del costo total de los equipos puestos en planta (Peters y Timmerhaus, 1991).

$$C_{tb} = 68\% * CT_{epp} \quad (4.11)$$

Donde:

$C_{tb}$ : Costo de tubería

$CT_{epp}$ : costo total de los equipos puesto en planta

### **e. Costo de instalación eléctrica**

Considera los costos de las instalaciones eléctricas, principalmente la mano de obra de instalación y materiales para energía e iluminación, se estima un 11% del costo total de los equipos puestos en planta (Peters y Timmerhaus, 1991).

$$C_{inst\ ele} = 11\% * CT_{epp} \quad (4.12)$$

Donde:

$C_{inst\ ele}$ : Costo de instalación eléctrica

$CT_{epp}$ : costo total de los equipos puesto en planta

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### **f. Costos de servicios**

Considera los servicios tales como, agua y energía que son partes de las instalaciones de servicio de una planta industrial, se estima un 70% del costo total de los equipos puestos en planta (Max y Timmerhaus, 1991).

$$C_{\text{ser}} = 70\% * CT_{\text{epp}} \quad (4.13)$$

Donde:

$C_{\text{ser}}$ : Costo de servicio

$CT_{\text{epp}}$ : costo total de los equipos puesto en planta

### **Costos fijos indirectos**

Los costos fijos indirectos lo conforman, costos de ingeniería y supervisión, costos de construcción, costos de seguros e impuestos de construcción, costo de los honorarios de los contratistas y gastos imprevistos.

#### **a. Costo de ingeniería y supervisión**

Considera los costos de diseño de construcción e ingeniería, compras, contabilidad, construcción e ingeniería de costos, viajes, comunicaciones y gastos de oficina, se estima un 33% del costo total de los equipos puestos en planta (Peters y Timmerhaus, 1991).

$$C_{\text{ing}} = 33\% * CT_{\text{epp}} \quad (4.14)$$

Donde:

$C_{\text{ing}}$  = Costos de Ingeniería y supervisión

$CT_{\text{epp}}$ : Costo total de los equipos puesto en planta

#### **b. Costo de construcción**

Incluye los gastos de construcción y operaciones temporales, herramientas de construcción y alquileres, nómina de construcción, impuestos y seguros y otros gastos generales de construcción, se estima un 41% del costo total de los equipos puestos en planta (Peters y Timmerhaus, 1991).

$$C_{\text{contru}} = 41\% * CT_{\text{epp}} \quad (4.15)$$

Donde:

$C_{\text{contru}}$ : Costo de construcción

$CT_{\text{epp}}$ : Costo total de los equipos puesto en planta

#### **c. Costos de los honorarios de los contratistas**

Son los honorarios del contratista, se estima un 22% del costo total de los equipos puestos en planta (Max y Timmerhaus, 1991).

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$$C_{hco} = 22\% * CT_{epp} \quad (4.16)$$

Donde:

$C_{hco}$ : Costos de honorarios de contratista

$CT_{epp}$ : costo total de los equipos puesto en planta

### **d. Gastos imprevistos**

Son los gastos de contingencia para compensar eventos impredecibles, como tormentas, inundaciones, huelgas, cambios de precios, pequeños cambios de diseño, errores de estimación y otros gastos imprevistos, se estima un 44% del costo total de los equipos puestos en planta (Peters y Timmerhaus, 1991).

$$G_{imp}: 44\% * CT_{epp} \quad (4.17)$$

Donde:

$G_{imp}$ : Gastos Imprevistos

$CT_{epp}$ : costo total de los equipos puesto en planta

## **Costo de producción**

### **a. Costo directo de producción**

Incluye los costos directos como lo son materia prima e insumos, mano de obra, supervisión e ingeniería, mantenimiento y reparación, auxiliares y servicios, suministros de operación.

$$C_{prod} = M_p + I + M_o + S + M_{at} + A + S \quad (4.18)$$

Donde:

$C_{prod}$ : Costos de producción

$M_p$ : Materia prima

$I$ : Insumos

$M_o$ : Mano de obra

$S$ : Supervisión e Ingeniería

$M_{at}$ : Mantenimiento y reparación

$A$ : Auxiliares y servicio

$S$ : Suministros de Operación

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### **b. Costo de materia prima e insumos**

Se considera la materia prima e insumo para la elaboración de la pulpa siendo estos, maracuyá. Dicho cálculo se basó en el resultado del balance de materia y energía. La cotización de dichos precios se realizara en el mercado nacional y la distribución.

$$C_m: C_u * V_f \quad (4.19)$$

Donde:

$C_m$ : Costos de Materia Prima

$C_u$ : Costos unitario de la fruta

$V_f$ : Volumen de la fruta.

### **c. Costo de mano de obra**

Son los costos de los trabajadores que se encuentran directamente en el proceso de producción. Los salarios y beneficios de los trabajadores están sujetos al Código del Trabajo, Ley de Seguridad Social y Ley del Salario mínimo, así como a decretos relacionados a dichas leyes.

$$C_{mo}: N_t * S + B \quad (4.20)$$

Donde:

$C_{mo}$ : Costo de mano de obra.

$N_t$ : Número de trabajadores.

S: Salario

B: Beneficios

### **d. Costo de mantenimiento y reparación**

Son los costos asociados al mantenimiento preventivo y reparación de la maquinaria del proceso, se estima un 6% del costo total de los equipos puestos en planta (Peters y Timmerhaus, 1991).

$$C_{mat} = 6\% * CT_{epp} \quad (4.21)$$

Donde:

$C_{mat}$ : Costos de Mantenimiento y reparación

$CT_{epp}$ : costo total de los equipos puesto en planta

### **e. Costo de auxiliares y servicios**

Considera los costos de materiales de limpieza, agua y energía eléctrica, se estima un 10% del costo de mantenimiento y reparación (Peters y Timmerhaus, 1991).

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$$C_a = 10\% * C_{mat} \quad (4.22)$$

Donde:

$C_a$ : Costos Auxiliares y servicios

$C_{mat}$ : Costos de Mantenimiento y reparación

### **f. Costo de suministro de operación**

Considera los costos de lubricantes y materiales de mantenimiento y reparación, se estima un 15% del costo de mantenimiento y reparación (Max y Timmerhaus, 1991).

$$C_{so}: 15\% * C_{mat} \quad (4.23)$$

Donde:

$C_{so}$ : Costos de Suministro de Operación

$C_{mat}$ : Costos de Mantenimiento y reparación

## **Costo indirecto de producción**

Los costos indirectos de producción son los gastos de laboratorio, cargas a planillas y gastos generales de la planta.

### **a. Gastos de laboratorio**

Son el costo de las pruebas de laboratorio para el control de las operaciones y calidad del producto, se estima un 15% del costo de mano de obra (Peters y Timmerhaus, 1991).

### **b. Cargos a planillas**

Representa los beneficios sociales que contempla la Ley de seguridad social y Ley de salario mínimo, así como los decretos relacionados a dichas leyes.

### **c. Gastos generales de la planta**

Son los costos asociados por vigilancia, limpieza, atención médica, servicios de alimentación, se estima 6% del costo de mantenimiento y reparación.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### Costos fijos de producción

Los costos fijos son independientes al proceso productivo, incluye depreciación, impuestos y seguros.

#### **a. Gasto por depreciación**

La depreciación es el reconocimiento fiscal de la pérdida de valor que sufren los activos fijos con el transcurso del tiempo. El cálculo para la depreciación esta normado en la Ley 453 "Ley de equidad fiscal", para equipos industriales se aplica 10%.

#### **b. Gastos por impuestos y seguros**

Se refiere a los costos por impuestos a la propiedad y seguros de la planta industrial, se estima un 3% del costo total de los equipos puestos en planta (Max y Timmerhaus, 1991).



## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### V. METODOLOGÍA

#### 5.1. Ubicación de la planta

##### **Macro localización**

La planta de pulpa congelada de maracuyá se situara en departamento de Masaya (figura 5.1.) ubicada a 32 km de la ciudad de Managua. Entre los factores tomados en cuenta se encuentran: disponibilidad de materia prima, cercanía del mercado, medios y costes de transportes, disponibilidad de mano de obra y disponibilidad de suministros eléctricos y de agua potable. Esta zona se encuentra citada según (Suarez O. B., 2017) como productoras de maracuyá, donde se puede hacer convenios con los productores a fin de garantizar la disponibilidad de materia prima durante todo el año.

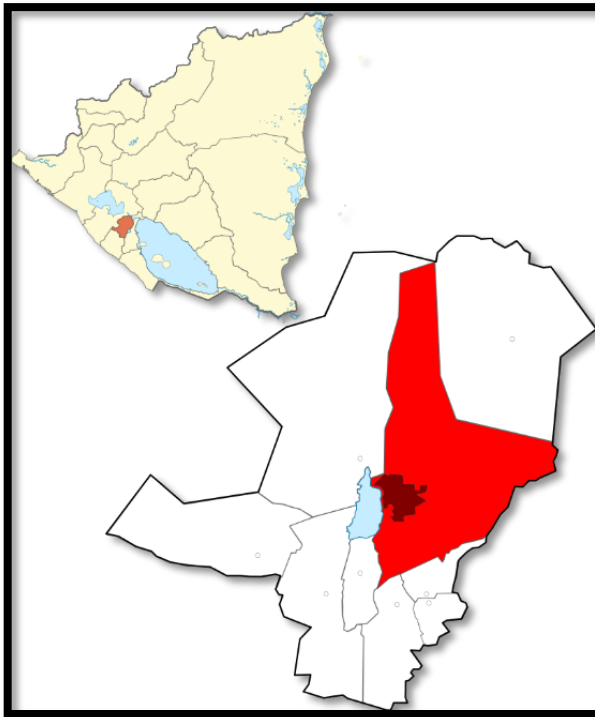


Figura 5. 1 Departamento de Masaya- Nicaragua. Fuente: Wikipedia enciclopedia libre, 2021.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### Micro localización

Una vez determinada la ciudad para el establecimiento de las instalaciones de la planta procesadora y de las oficinas, se debe fijar la dirección de la misma en la ciudad elegida la cual nos garantiza las siguientes: condiciones para dicho establecimiento de la planta el punto establecido está a 400 metros de la carretera principal con acceso a suministro de agua comercial igualmente un suministro de energía eléctrica comercial.

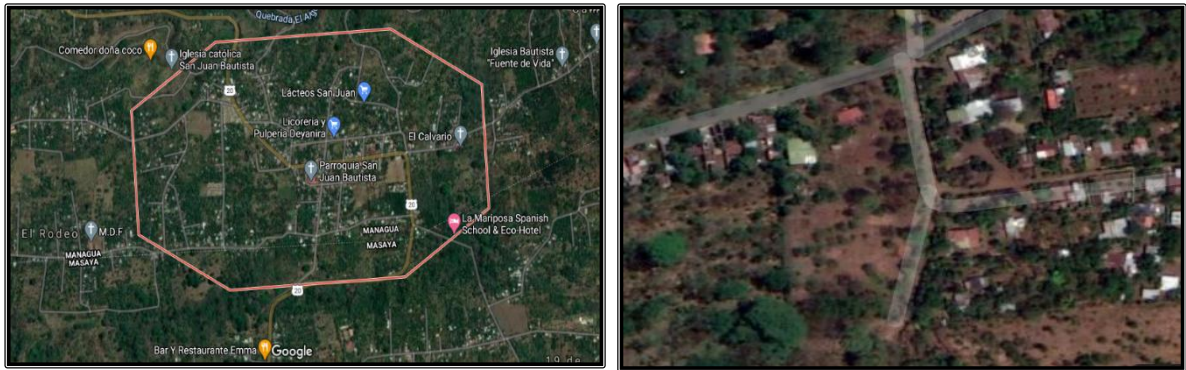


Figura 5. 2. San Juan la concepción – Masaya. Fuente: google maps, 2021.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 5.2. Desarrollo del proceso productivo a escala de laboratorio

#### 5.2.1. Validación de las etapas del proceso productivo

Se realizó una prueba de laboratorio que permitió determinar las variables de control del proceso de producción de la pulpa congelada. En la prueba se utilizaron 8 unidades de maracuyá y se realizó de acuerdo a los siguientes pasos:

- **Recepción y clasificación:**

En la recepción en el laboratorio se utilizaron los parámetros que se utilizaran en el proceso tales como: el grado de madurez, que el fruto esté libre de imperfecciones físicas, de insectos y de materiales extraños. Así mismo se realizó el pesaje de la materia prima recepcionada.

- **Pesado**

Una vez limpia la maracuyá se pesó en una báscula digital, obteniendo un peso promedio. Ver anexo 10.2.



Figura 5. 3. Pesado de la maracuyá. Fuente: Elaboración propia.

- **Lavado y Desinfección**

De la materia prima: la maracuyá se lavó con agua potable con el fin de eliminar toda suciedad y se realizó una desinfección con una concentración de cloro de 50 ppm por un periodo de tiempo de 5 minutos.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

- **Despulpado**

La pulpa se separó de la cáscara utilizando un cuchillo de acero inoxidable con respecto a normativas de inocuidad alimentaria que indican el material por excelencia y una cuchara plástica.



Figura 5. 4. Despulpado de maracuyá. Fuente: Elaboración Propia.

- **Pulpa:**

La pulpa se separa de la semilla, utilizando un colador de acero inoxidable con una numeración con respecto al sistema métrico de 1.7 mm.



Figura 5. 5. Colador utilizado. Fuente: Elaboración propia.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

- Medición de grados Brix con un refractómetro Atago de rango bajo se realizó la medición de la pulpa de maracuyá siendo esta en promedio de 11.88°.



Figura 5. 6. Medición de grados brix. Fuente: Elaboración Propia.

- En la prueba de laboratorio realizada se midió la temperatura y pH a la pulpa de maracuyá por medio de un Medidor de pH de bolsillo STARTER OHAUS- ST20 electrónico y los datos obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5. 1. Medición de Temperatura y pH

Temperatura (°C)	pH
28	3.61

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.7. Medición de PH de Maracuyá. Fuente: Elaboración Propia.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

- **Envasado:**

La pulpa fue empacada en una bolsa de polipropileno cuyas características se reflejan en la tabla 6.11 dimensiones del empaque.



Figura 5.8. Envasado de pulpa de maracuyá. Fuente: Elaboración Propia.

- **Congelación:**

Se procedió a congelar la pulpa obtenida en un congelador marca-Sankey – modelo RF- 952W con una temperatura de congelación de hasta  $-18^{\circ}$  tiempo 19 horas en almacenamiento.



Figura 5.9. Pulpa Congelada de Maracuyá. Fuente: Elaboración Propia.

## **Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**

### 5.2.2. Escalamiento del Proceso de Obtención de pulpa congelada.

A continuación se describe las etapas de los procesos utilizados para la obtención de pulpa congelada.

#### **Recepción y Selección de la materia prima.**

Las maracuyá se transportan por medio de una transportadora de rodillos metálicos, donde se seleccionan manualmente de acuerdo a su textura y grado de madurez. Eliminando las maracuyá dañadas o magulladas.

Por cada lote de maracuyá se seleccionan 4 maracuyá para realizar medición de °Brix. Para las mediciones se utiliza un refractómetro para bajas concentraciones de azúcares (0 – 32°). La maracuyá debe cumplir las siguientes condiciones: nivel de maduración y 11°Brix.

#### **Lavado y desinfección**

Una vez recepcionada y clasificada la maracuyá procedemos a nuestro lavado y desinfección en una Pila de Lavado y desinfección con una cantidad de cloro de 50 ppm, la maracuyá es desinfectada por un periodo de 1 minuto.

#### **Corte y Despulpado**

Una vez lavadas y desinfectadas se trasladan al área de corte y despulpado se separa la cáscara de la pulpa con ayuda de una despulpadora. La cáscara representa un 58% del total de la Maracuyá y la pulpa el 42%. La cáscara puede ser usada para extracción de Pectinas, no se detalla el proceso por no ser parte de los alcances del estudio. Una vez separada la cascara de la pulpa con semilla se procede a separar la pulpa de la semilla con ayuda de una despulpadora. La pulpa representaría un 49 % y la semilla un 51%.la semilla es desechada.

#### **Envasado**

Una vez separada la pulpa de la semilla procedemos a nuestro envasado donde nuestra pulpa representa el 21% de nuestra materia prima procesada el envasado es realizado en una envase de polipropileno para una mejor manipulación, presentación de 500 g.

#### **Congelado**

Luego que todo el proceso de transformación de nuestra materia prima llega hasta las etapas finales procesemos a congelar para terminar nuestro proceso en un congelador de corriente de aire por lotes a temperaturas -18°C.

## **Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**

### **Esquema del proceso**

En forma general, el procesamiento de pulpa de maracuyá a partir de fruta fresca. Inicio con la recepción, clasificación, lavado y desinfección de la fruta para posteriormente realizar el despulpado. Una vez obtenida la pulpa sin semilla se procedió al envasado en fundas de polietileno para finalmente ser almacenado en congelación a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su distribución. Es importante mencionar que para la obtención de pulpa de maracuyá no se contemplaron procesos de pasteurización.

La figura 6.10. Presenta el esquema del proceso empleado en este trabajo. A continuación se presenta de manera esquemática el diagrama del proceso productivo de pulpa congelada con sus respectivos rendimientos en el proceso planteado, representado en la figura 6.10.



## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

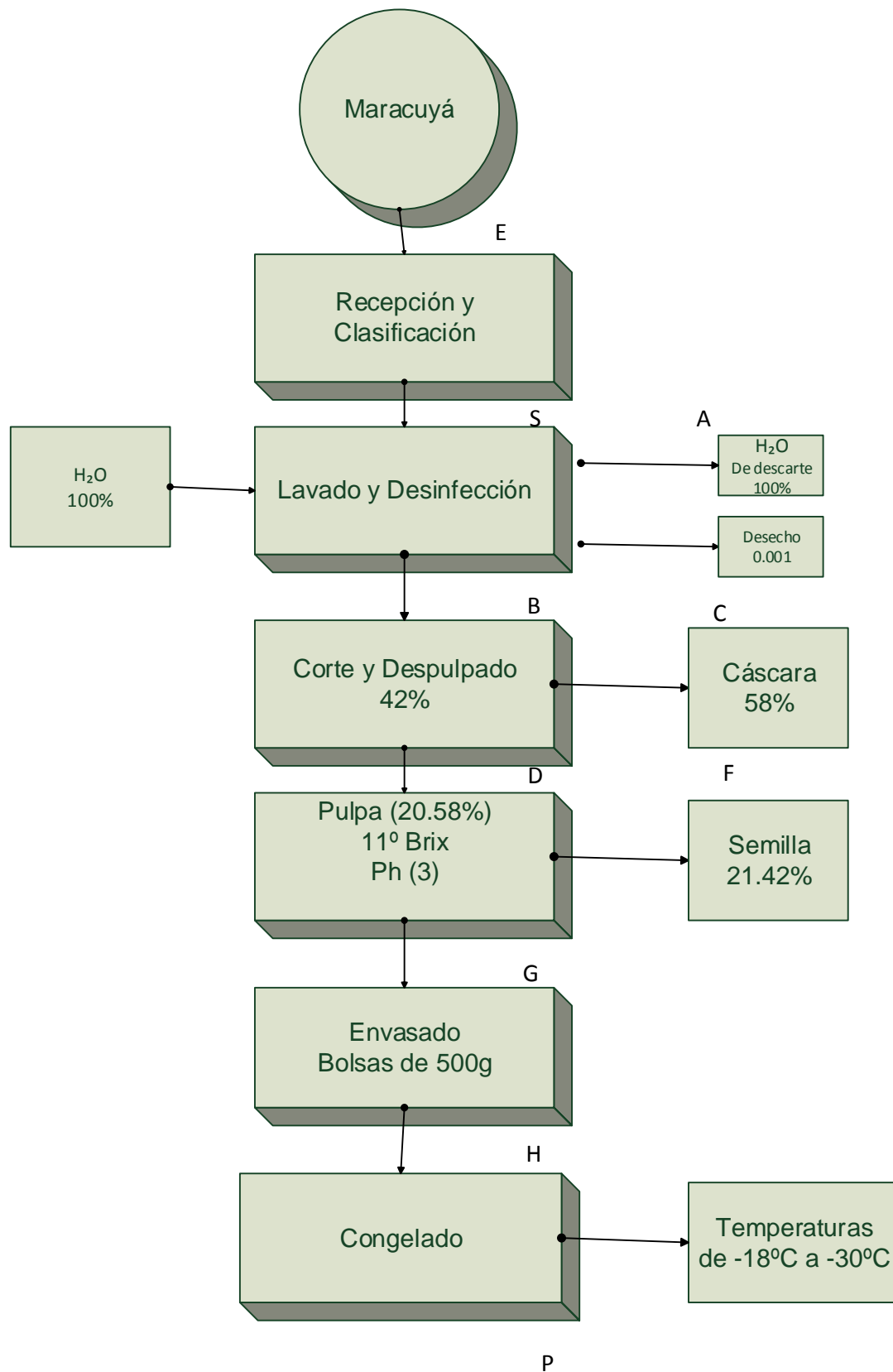


Figura 5.10. Diagrama de bloque del Proceso Fuente: Elaboración Propia.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 5.2.3. Volumen de Producción.

La planta industrial de producción de pulpa de Maracuyá se diseñó para una producción máxima de procesamiento de 1,582.5 Toneladas al año equivalentes a 1, 582,500 Kilogramos al año (824.2 kg/h).

Considerando los datos de producción anual de la maracuyá establecido por Suarez (2017), se cosechan 211 ha de maracuyá anualmente, con un rendimiento nacional de 30 toneladas por hectárea dando como resultado una producción de maracuyá de 6,330 T/año. De las cuales el 75% se exporta a diferentes mercados internacionales y el restante 25% es comercializado como fruta fresca en los mercados locales.

Para efectos del presente trabajo se ha considerado tomar el 25 % de la producción nacional de maracuyá para el establecimiento de la planta procesadora de pulpa congelada, reduciendo de esta manera la exportación de fruta fresca y dándole valor agregado a esta fruta.

El proceso productivo se diseñó para 5 días laborales a la semana, equivalentes a 40 horas.

**Tabla 5. 2. Volumen de Producción**

Producción Nacional – PN (maracuyá) (Suarez O. B., 2017)	6, 330,000 Kg/ año.
Volumen a procesar (25% PN)	1,582,500 Kg/año
Volumen de materia prima por día	6,594 kg/día
Volumen de materia prima (8 horas)	824kg/hora

**Fuente: Elaboración propia.**

### 5.2.4. Balance de Materiales

Para el Balance de materiales se realizara los cálculos planteados en cada una de las operaciones proyectadas en el proceso seleccionado:

#### **Balance general de materia.**

Entrada + Generación - Salida - Consumo = Acumulación

#### **Recepción y selección**

$$E = S \quad (5.1)$$

Cada maracuyá pesa 0.150 kg, por tanto: 43,958 maracuyá se procesarían al día

$$\text{Maracuyá/día} = 6,594 \text{ kg/día}$$

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### **Lavado**

$$S - A = B \quad (5.2)$$

$$6,593 \text{ kg/día} - 0.13 \text{ kg/día} = 6,593 \text{ kg/día}$$

### **Corte y Despulpado**

$$B - C = D \quad (5.3)$$

$$6,593 \text{ kg/día} - 3,824 \text{ kg/día} = 2,769 \text{ kg/día}$$

### **Separación de Pulpa y Semilla**

$$D - F = G \quad (5.4)$$

$$2,769 \text{ Kg/día} - 1,412 \text{ Kg/día.} = 1,357 \text{ Kg/día}$$

### **Envasado**

$$G = H \quad (5.5)$$

$$1,357 \text{ Kg/día} = 1,357 \text{ Kg/día}$$

### **Congelado**

$$H = P \quad (5.6)$$

$$1,357 \text{ Kg/día} = 1,357 \text{ Kg/día}$$

Equivalente a 170 Kg/h, 340 bolsas (500 g) /h. El rendimiento de todo el proceso productivo es del 20.60%.

### 5.3. Selección y dimensionamiento de los equipos

Se utilizó el balance de masa para calcular la producción diaria y basándose en el resultado se realizó el dimensionamiento y selección de los equipos. En la siguiente tabla se presentan las principales características que se tomaron en cuenta a la hora de la selección de los equipos.

**Tabla 5. 3. Principales Características para la selección de equipos.**

Equipo genérico	Temperatura		Presión		Concentración		Carga térmica	Consumo (Eléctrico, vapor, combustible, etc.)	Razón de flujo o capacidad	Otros tipos de requerimiento
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida				
Transportador de rodillos								C	X	Velocidad de transporte
bascula	X	X					C	C	X	Coefficiente de transferencia de calor
Lavadora por inmersión	X	X					C	C	X	
Despulpadora	X								X	
Bombas	X		X	X				C	X	
Embazadora y llenadora	X		X		X	X		C	X	Caída de presión

Los equipos marcados con una "x" son los que se requieren normalmente; los designados con una "C" en general se calculan en el diseño de proceso; la "S" denota información que a veces es necesaria. Fuente: Ulrich, Diseño y Economía de los Procesos de Ingeniería Química, 1986.

#### 5.4. Fórmulas para el dimensionamiento y selección de equipos.

El tamaño de la planta interviene varios factores, tales como la demanda y la disponibilidad de materias primas. Para el presente estudio, se consideró al 25% de la cosecha de maracuyá para realizar los cálculos de capacidad de producción, según Baca Urbina (2010):

$$\text{Capacidad de producción} = (\text{Cosechas de Maracuyá}) \times 25\% \quad (5.7)$$

Para un año de producción.

Lo importante es recordar que los problemas que involucran las distintas operaciones y los diferentes procesos unitarios son similares, pues están relacionados desde el punto de vista del procedimiento que se requiere para resolverlos ( Monsalvo Vázquez et al, 2014).

El balance de materiales puede aplicarse a un proceso, como un balance general de la masa que entra y la que sale; o bien, a las partes intermedias de un procedimiento continuo. En general, para cualquiera de estos sistemas, se requieren datos relativos a la entrada y a la salida de masa.

Algunos datos son la masa en todas las corrientes del material que entra y sale del sistema, así como del que se encuentra presente en éste. También debe tenerse información respecto a la composición de todas las corrientes que entran y salen del sistema y sobre la composición del material dentro del mismo.

- **Balance general de materia.**

$$\text{Entrada} + \text{Generación} - \text{Salida} - \text{Consumo} = \text{Acumulación} \quad (5.8)$$

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 5.4.1. Procedimiento de cálculo de los parámetros de diseño de una cinta transportadora.

**Transportadora de rodillos metálicos:** tiene la función de facilitar el manejo y transporte de las frutas.

#### **Datos iniciales de diseño.**

Como datos de partida en el proceso de diseño de una cinta transportadora se suelen disponer de los siguientes:

Tipo de material de transporte  
Longitud de la cinta (L, en m)  
Ángulo de inclinación de la cinta ( $\varphi$  en  $^{\circ}$ )  
Ancho de banda disponible (B, en mm)  
Velocidad de avance de la cinta (v, en m/s)

- **Estaciones de rodillos.**

Se adjunta la siguiente tabla del fabricante ULMA, donde se incluyen los valores usuales de separación entre estaciones de rodillos.

**Tabla 5. 4. Distancias de Separación entre Estaciones de Rodillos (m).**

Ancho de banda	Rodillos Superiores		Rodillos Inferiores
	Peso específico del material ( $t/m^3$ )		
	$\leq 0,6$	$> 0,6$	
400	1,35	1,35	3,00
500	1,35	1,20	3,00
650	1,20	1,10	3,00
800	1,20	1,00	3,00
1000	1,00	1,00	3,00
1200	1,00	1,00	3,00
1400	1,00	1,00	3,00

Fuente: Ingemecanica, 2021.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

- **Cálculo del área de la sección transversal del material transportado.**

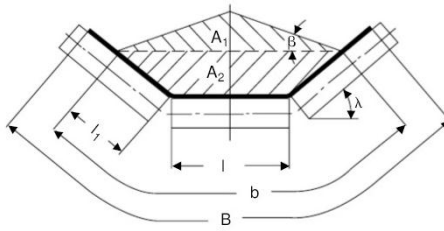


Figura 5.11. Área de la Sección Transversal. Fuente: Ingemecanica, 2021.

La sección transversal (A) del material que simula a la sección real que forma el material se puede calcular sumando la sección trapezoidal y triangular de la figura anterior:

$$A = A_1 + A_2 \quad (5.9)$$

Donde,

$$A_1 = 0,25 \tan(\beta) [l + (b - l) (\cos(\lambda))]^2$$

$$A_2 = l_1 \sin(\lambda) [l + l_1 (\cos(\lambda))]$$

Siendo,

$$b = 0,9 (B - 0,05)$$

$$l_1 = 0,5 (b - l)$$

A<sub>1</sub>: es la sección triangular superior del material (m<sup>2</sup>)

A<sub>2</sub>: es la sección trapezoidal inferior del material (m<sup>2</sup>)

β: es el ángulo de sobrecarga (°)

λ: es el ángulo de artesa en que se disponen los rodillos (°)

l: es la longitud de los rodillos (m)

B: es el ancho de banda de la cinta (m)

- **Capacidad volumétrica de transporte de una banda.**

$$Q_v = 3600 \cdot v \cdot A \cdot k \quad (5.10)$$

Siendo,

Q<sub>v</sub>: Capacidad volumétrica de la banda (m<sup>3</sup>/h)

v: Velocidad de avance de la banda (m/s)

A: Área de la sección transversal del material transportado por la banda (m<sup>2</sup>)

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$k$ : Coeficiente de reducción de la capacidad de transporte de la cinta por su inclinación. Si la cinta transportadora está inclinada, ya sea de forma ascendente o descendente, se le debe aplicar este factor de reducción del área transversal del material transportado. Este coeficiente se puede calcular aplicando la siguiente expresión:

$$K=1-1,64\left(\frac{\varphi\pi}{180}\right)^2 \quad (5.11)$$

Donde,

$\varphi$ : es el ángulo de inclinación de la cinta ( $^\circ$ )

- **Potencia de la banda.**

La potencia total de accionamiento de una cinta transportadora resulta ser la suma de las tres potencias parciales que se enumeran a continuación:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 \quad (5.12)$$

- **Potencia necesaria para mover la cinta en vacío y cargada con desplazamiento horizontal de la cinta (P1).**

Para el cálculo de esta potencia se puede emplear la siguiente fórmula de cálculo:

$$P_1 = \frac{C_b v + Q_m}{C_l K_f} \quad (5.13)$$

Donde,

$C_b$ : es el factor de anchura de la banda (kg/s)

$v$ : es la velocidad de avance de la banda (m/s)

$Q_m$ : es la capacidad de transporte en masa de la banda (t/h)

$C_l$ : es el factor de longitud de la banda ( $m^{-1}$ )

$K_f$ : es el factor de servicio (-)

A continuación, se incluyen las siguientes tablas de donde se pueden extraer los valores de los distintos factores empleados en la formulación anterior de cálculo.



**Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**

**Tabla 5. 5. Factor de Ancho de la Banda, Cb.**

Peso específico $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Ancho de banda (mm)							
	300	400	500	650	800	1000	1200	1400
$\gamma \leq 1$	31	54	67	81	108	133	194	227
$1 < \gamma \leq 2$	36	59	76	92	126	187	277	320
$\gamma > 2$	-	65	86	103	144	241	360	414

Fuente: Ingemecanica, 2021.

**Tabla 5. 6. Factor de Longitud de la Banda, Ci.**

Longitud de banda (m)	32	40	50	63	80	90	100	150	200	250	300
$C_i$	222	192	167	145	119	109	103	77	63	53	47

Fuente: Ingemecanica, 2021.

**Tabla 5. 7. Factor de Servicio, Kf**

Condiciones de trabajo	$K_f$
Favorables, buena alimentación, bajas velocidades	1,17
Normal, condiciones estándar	1
Desfavorables, baja temperatura y alta velocidad	0,74 - 0,87
Temperaturas extremadamente bajas	0,57

Fuente: Ingemecanica, 2021.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 5.4.2. Cálculo de la tolva de recepción y despulpadora

Para realizar los cálculos del diseño de los diferentes equipos se tomara el diámetro y la masa unitaria de la maracuyá. Se calcula el volumen de la fruta utilizando el radio promedio de las medidas que se obtendrán por medición directa. Tomamos la ecuación de una esfera para suponer que la fruta de forma promedio esférica.

El cálculo del volumen se lo realiza con la siguiente ecuación:

$$V_f = \frac{4}{3} * \pi * r^3 \quad (5.14)$$

Dónde:

$V_f$  = Volumen de la fruta seleccionada.

$r$  = radio de la maracuyá.

Sustituyendo en la ecuación 5.14 se obtiene que el volumen es:

$$V_f = \frac{4}{3} * \pi * \frac{7.02^3}{2}$$

$$V_f = 181.13 \text{ cm}^3$$

Se determinan la cantidad de maracuyá que ingresara a la tolva hasta llenarla completamente.

Para ello utilizamos la siguiente ecuación:

$$N_f = \frac{V_{tol}}{V_f} \quad (5.15)$$

$$V_{tol} = 8524.17 \text{ cm}^3$$

Donde:

$N_f$  = al número de maracuyá

$V_{tol}$  = volumen de tolva

$V_f$  = volumen de la fruta

$$N_f = \frac{8524.17 \text{ cm}^3}{181.13 \text{ cm}^3}$$

$$N_f = 47$$

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

Se procede a calcular la masa de la fruta que entra en la tolva con la siguiente ecuación se obtiene lo siguiente:

$$m_{tf} = N_f * m_f \quad (5.16)$$

Donde:

$m_{Tf}$  = Masa total de maracuyá que ingresa en la tolva (Kg)

$m_f$  = Peso de maracuyá (Kg)

Se obtiene que:

$$m_{tf} = 47 * 0.185 \text{ Kg}$$

$$m_{tf} = 8.695 \text{ Kg}$$

Para calcular el área del segmento circular del tamiz utilizaremos la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\pi * r^2 * n^\circ}{360} - \frac{a * c}{2} \quad (5.17)$$

Donde:

A = Área del segmento circular (m<sup>2</sup>)

r = Radio 0.145 (m)

n<sup>o</sup> = Angulo de separación de las paletas 120<sup>o</sup>

a = Altura 0.0725 (m)

c = Cuerda 0.25115 (m)

Remplazando los valores de la ecuación 5.17 se obtiene:

$$A = \frac{\pi * 0.145^2 * 120^\circ}{360} - \frac{0.0725 * 0.25115}{2}$$

$$A = 0.0129 \text{ m}^2$$

Para determinar el volumen ocupado por la fruta en el fondo del tamiz utilizaremos la siguiente ecuación:

$$V = A * L \quad (5.18)$$

Donde:

V = Volumen del segmento circular (m<sup>3</sup>)

A = Área que ocupa la fruta (m<sup>2</sup>)

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

L = Longitud del tambor (m)

$$V = 0.0129 \text{ m}^2 * 0.445 \text{ m}$$

$$V = 0.00574 \text{ m}^3$$

Con el volumen calculado se puede obtener el número de frutas que ocupan el mismo.

El número de frutas que ocupan el volumen, se calcula con la siguiente ecuación:

$$N_f = \frac{V_{Sc}}{V_f} \quad (5.19)$$

$$N_f = \frac{0.00574 \text{ m}^3}{0.00018 \text{ m}^3}$$

$$N_f = 31.88$$

### **Selección del motor**

Para la selección del motor se requiere la potencia que necesita el sistema motriz. Para calcular la potencia se debe tomar en cuenta la fuerza de corte requerida por la cuchilla, el sistema de paletas y la energía cinética de rotación.

### **Energía cinética de rotación**

Es la energía cinética de un cuerpo rígido, que gira en torno a un eje fijo. Esta energía depende del momento de inercia y de la velocidad angular del cuerpo.

La energía de rotación de la puede calcular con la siguiente ecuación:

$$E_{rot} = \frac{1}{2} I_x * W^2 \quad (5.20)$$

Donde:

$E_{rot}$  = Energía de rotación en las paletas (KJ)

$I_x$  = Momento de inercia (Kg\*m)

W = Velocidad angular. (l/s)

Mientras más alejado este el cuerpo del eje de rotación se requerirá de mayor energía para que el cuerpo adquiera mayor velocidad angular.

Para calcular los momentos de inercia total utilizaremos los datos obtenidos por (Suarez y Macas, 2014) donde determinan que el momento de inercia motriz es:

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$$I_{SM} = 0.1149 \text{ Kg m}^2$$

Según (Tuza, 2011) para la Velocidad angular de trabajo. Las máquinas despulpadoras trabajan en rangos de velocidades angulares entre 500 a 600 rpm, en este caso se trabajará con un valor de 500 rpm.

$$W = 500 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2 \pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 52.35 \frac{\text{rad}^2}{\text{seg}}$$

Al remplazar el momento de inercia y la velocidad en la ecuación 5.20, se obtiene la energía cinética.

$$E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} 0.1149 \text{ kg m}^2 * 52.35 \frac{\text{rad}^2}{\text{seg}}$$

$$E_{\text{rot}} = 157.44 \text{ Nm}$$

**Envasadora:** tiene la función de llenar y sellar el producto facilitando el aseguramiento de la calidad del producto.

### **Procedimiento de cálculo de los parámetros de diseño de una envasadora**

- **Capacidad**

$$C = \text{producción anual} * \text{producción de bolsas de 500gr} \quad (5.21)$$

Para determinar el tiempo que se labora en el envasado se tomó en cuenta los días festivos, ya que no se laborara los sábados y domingos

días laborables = días del año - sábados - domingos - días festivos

La cantidad de bolsas que se producirán diarias será:

$$\text{bolsas diarias} = \frac{\text{bolsas al año}}{\text{días laborables}} \quad (5.22)$$

La planta trabajara 8 horas diarias por tanto la cantidad de bolsas diarias por hora será:

$$\text{Bolsas diarias por hora} = \frac{\text{cantidad de Bolsas diarias}}{\text{horas laborables diarias}} \quad (5.23)$$

- **Tiempo de ciclo.**

En cada ciclo se llenaran 1 Bolsa a la vez

$$T = \frac{60 \text{ segundos}}{\# \text{ de ciclos}} \quad (5.24)$$

$$\text{bolsas por minuto} = (\# \text{ de bolsas a llenar})(\text{ciclos})$$

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 5.4.3. Criterios de diseño para el cálculo de la carga térmica

La carga térmica o carga frigorífica, resulta de todas aquellas variables que aportan calor al recinto refrigerado, y que por ende, es energía que debe extraerse de dicho espacio por medio de los elementos que conforman el sistema de refrigeración, con el fin de controlar las condiciones de temperatura y humedad en el recinto, según sea la finalidad de uso del mismo, es decir, si es para refrigeración o congelación. A partir del cálculo de la carga térmica es que se dimensionan los diferentes componentes y equipos del sistema de refrigeración, los cuales deben ser capaces de cumplir con la demanda de frío del espacio controlado; he ahí la trascendencia que tiene el cálculo de esta y de considerar todas las variables que ésta conlleva.

La carga frigorífica total incluye: la carga por transmisión a través de las superficies, la carga por infiltración del aire, la carga del producto a almacenar dentro del recinto y la carga interna o misceláneas como consecuencia del calor generado por la iluminación, las personas, los motores de los ventiladores de los evaporadores, equipos, embalaje, entre otros. (ASHRAE, 2010).

Los criterios de diseño considerados en este trabajo incluyen las propiedades termo físicas del jugo de maracuyá, las mismas que se presentan inicialmente. Posteriormente se describen los criterios empleados para cada una de las etapas.

#### **Propiedades termo físicas del jugo de maracuyá en las distintas etapas del proceso**

Durante las distintas etapas del proceso se utilizarán las propiedades termo físicas del jugo de maracuyá que se presentan en la tabla 5.8. Ciertas características serán tomadas de distintos modelos reportados bibliográficamente.

**Tabla 5. 8. Características termo físicas de la pulpa de maracuyá**

Características	Pulpa de maracuyá
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	1049.00
Grados brix	15.90
Densidad al congelar P <sub>f</sub> (Kg/m <sup>3</sup> ) <sup>c</sup>	990.17
C <sub>u</sub> ( antes de congelar) ( J/Kg * K) <sup>c</sup>	3652.67
C <sub>f</sub> (bajo la congelación) (J/Kg * K) <sup>c</sup>	1893.29
Conductividad térmica K (W/m *°C) <sup>c</sup>	2.03
Numero de biot N <sub>bi</sub> <sup>c</sup>	0.05

Fuente: Villareal, 1995; Vaillant, 2001.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

Para el cálculo de la densidad del alimento congelado se considera la ecuación sugerida por (Ibarz y Barbosa- Canovas , 2005)

$$\frac{1}{\rho_f} = \frac{X_{\text{agua}}}{\rho_{\text{agua}}} + \frac{X_{\text{sólido}}}{\rho_{\text{sólidos}}} + \frac{X_{\text{hielo}}}{\rho_{\text{hielo}}} \quad (5.25)$$

Donde:

$X_{\text{agua}}$ : Fracción de agua no congelada, se tomara como referencia que el jugo de naranja a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  presenta un 8 % de agua no congelada (Orrego, 2003)

$X_{\text{sólidos}}$ : fracción de sólidos, se toma en cuenta los grados brix de la pulpa

$\rho_{\text{sólidos}}$  : Se calcula de acuerdo a la ecuación de los carbohidratos de la tabla 5.9.

$\rho_{\text{hielo}}$  : Se calcula de acuerdo a la ecuación de la tabla 5.9. Para el hielo para lo cual se realiza el cálculo mediante las ecuaciones de la tabla 5.9 y 5.10 para la conductividad térmica y densidad de los materiales:

**Tabla 5. 9. Ecuaciones Para el cálculo de Densidad (Kg/ m3)**

Materiales	Ecuaciones
Agua	$\rho = 997.18 + 0.0031439T - 0.0037574T^2$
Hielo	$\rho = 916.89 - 0.13071T$
Carbohidratos	$\rho = 1559.1 - 0.31046T$

Fuente: Orrego, 2003. Entre  $-40$  y  $50^{\circ}\text{C}$

**Tabla 5. 10. Ecuaciones para el cálculo de conductividad termicar (W/m\*K)**

Materiales	Ecuaciones
Agua	$K = 0.571 + 1.76 \times 10^{-3}T - 6.7 \times 10^{-6}T^2$
Hielo	$K = 2.2196 - 6.25 \times 10^{-3}T + 1.02 \times 10^{-4}T^2$
Carbohidratos	$K = 0.201 + 1.39 \times 10^{-3}T - 4.33 \times 10^{-6}T^2$

Fuente: Terres-Peña, et al., 2018. Entre  $-40$  y  $50^{\circ}\text{C}$

(Berk, 2013), Calcula la capacidad calorífica (KJ / Kg \*  $^{\circ}\text{C}$ ) para temperaturas sobre congelación mediante la ecuación 5.27 Y para temperaturas por debajo de la congelación con la ecuación 5.28

$$C_u = 0.837 + 3.348 X_{\text{agua}} \quad (5.26)$$

$$C_f = 0.837 + 1.256 X_{\text{agua}} \quad (5.27)$$

La conductividad térmica k se calcula mediante:

$$k = \sum V_i k_i \quad (5.28)$$

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

Donde:

$V_i$  = Fracción volumétrica

$$V_i = \frac{\frac{X_{\text{material}}}{\rho_{\text{material}}}}{\sum \frac{X_{\text{materiales}}}{\rho_{\text{materiales}}}}$$

X: Fracción másica

Las densidades se calculan con las ecuaciones de la tabla 5.9. el cuadro de resumen de cálculos se presenta en el anexo 10.4

El número de biot se calcula mediante la ecuación (5.29)

$$N_{Bi} = \frac{hd_c}{k} \quad (5.29)$$

Donde:

$d_c$  = dimensión característica (m)

$h$ : coeficiente de transferencia de calor por convección ( $W/m^2 \cdot K$ ) se considera un valor de 10 para cámara con débil corriente de aire (Casp y Abril, 2003)

$k$ : conductividad térmica del producto congelado ( $w/m \cdot K$ )

### 5.4.4. Congelación

#### **Predicción del tiempo de congelación**

Se considera que el producto envasado se almacenará en cámaras de congelación a una temperatura determinada (Vasco, 2000) para estimar el tiempo de congelación de la pulpa, se definirán las dimensiones del empaque final mediante el volumen ocupado por el producto y su densidad (Vaillant, 2001) y las dimensiones de las fundas de polietileno especificadas por el proveedor. Luego se aplicará el método de Pham de acuerdo con las ecuaciones desde la (5.30) a la (5.42) (Singh & Heldman, 2003).

$$t = \frac{d_c}{E_f h} \left[ \frac{\Delta H_1}{\Delta T_1} + \frac{\Delta H_2}{\Delta T_2} \right] \left( 1 + \frac{N_{Bi}}{2} \right) \quad (5.30)$$

Donde:

$d_c$ : dimensión características (m)

$E_f$ : factor forma

$\Delta H_1$ : cambio en la entalpia volumétrica en el periodo de pre enfriamiento ( $J/m^3$ )



## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$\Delta H_2$ : cambio en la entalpia volumétrica en el periodo después del enfriamiento ( $J/m^3$ )

$N_{Bi}$ : Numero de biot

$h$ : coeficiente de transferencia de calor por convección ( $W/m^2 \cdot K$ ), se ha considerado un  $h=10$  que corresponde a congelación en cámara con débil corriente de aire (Casp y Abril, 2003)

Factor de forma

$$E_f = G_1 + G_2 E_1 + G_2 E_2 \quad (5.31)$$

$G_1, G_2$  y  $G_3$  es igual a 1 cada uno según (Singh & Heldman, 2003) para una forma de ladrillo rectangular.

$$E_1 = \frac{X_1}{\beta_1} + (1 + X_1) \frac{0.73}{\beta_1^{2.5}} \quad (5.32)$$

$$E_2 = \frac{X_2}{\beta_2} + (1 + X_2) \frac{0.73}{\beta_2^{2.5}} \quad (5.33)$$

$$\beta_1 = \frac{\text{Segunda dimensión menor de objeto}}{\text{dimensión menor}} \quad (5.34)$$

$$\beta_2 = \frac{\text{dimensión mayor del objeto}}{\text{dimensión menor}} \quad (5.35)$$

Para los cálculos de  $\beta_1$  y  $\beta_2$  se establecieron las dimensiones de los empaques para pulpa como se muestra en la tabla 5.11.

**Tabla 5. 11. Dimensiones del empaque**

	Dimensiones del empaque (cm)
Espesor	2.05
Alto	9.4
Largo	25

Fuente: Elaboración propia.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$$X_1 = \frac{2.32 \beta_1^{-1.77}}{(2N_{Bi})^{1.34} + 2.32\beta_1^{-1.77}} \quad (5.36)$$

$$X_2 = \frac{2.32 \beta_2^{-1.77}}{(2N_{Bi})^{1.34} + 2.32\beta_2^{-1.77}} \quad (5.37)$$

$$T_{fm} = 1.8 + 0.263 T_C + 0.105T_a \quad (5.38)$$

Donde:

$T_{fm}$ : temperatura media de congelación

$T_c$ : temperatura final en el centro igual a  $-20^\circ\text{C}$

$T_a$ : Temperatura del medio de congelación igual a  $-35^\circ\text{C}$

$$\Delta H_1 = \rho_u C_u (T_i - T_{fm}) \quad (5.39)$$

Donde:

$C_u$ : Capacidad calorífica del material no congelado ( $\text{J/Kg}^\circ\text{C}$ )

$T_i$ : Temperatura inicial del material ( $^\circ\text{C}$ )

$\rho_u$ : Densidad del alimento no congelado ( $\text{Kg/m}^3$ )

$$\Delta H_2 = \rho_f [L_f + C_f (T_{fm} - T_C)] \quad (5.40)$$

Donde:

$C_f$ : Capacidad calorífica del material congelado ( $\text{J/Kg}^\circ\text{C}$ )

$L_f$ : Calor latente de fusión del alimento ( $\text{J/Kg}$ )

$\rho_f$ : Densidad del alimento congelado ( $\text{Kg/m}^3$ ), la cual se determina mediante la ecuación 5.25 expresada anteriormente.

Para calcular los gradientes de temperatura se usaron las ecuaciones (5.41) y (5.42)

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$$\Delta T_1 = \left( \frac{T_i + T_{fm}}{2} \right) - T_a \quad (5.41)$$

$$\Delta T_2 = T_{fm} - T_a \quad (5.42)$$

Para el caso de la pulpa se tomarán los resultados de densidad y grados brix reportados por (Villareal, 1995) iguales a 1 049 Kg/m<sup>3</sup> y 15.9 respectivamente. Los detalles de la predicción del tiempo de congelado se presentan en el anexo 10.5.

### **Dimensionamiento de la cámara de congelación**

Para dimensionar la cámara de congelación se considerará que el producto envasado se distribuirá en cajillas como la figura 5.12. En cada cajilla se distribuirán empaques de acuerdo a su peso y dimensiones para congelarlas. Se considerará el apilamiento de las cajillas según las especificaciones del fabricante.

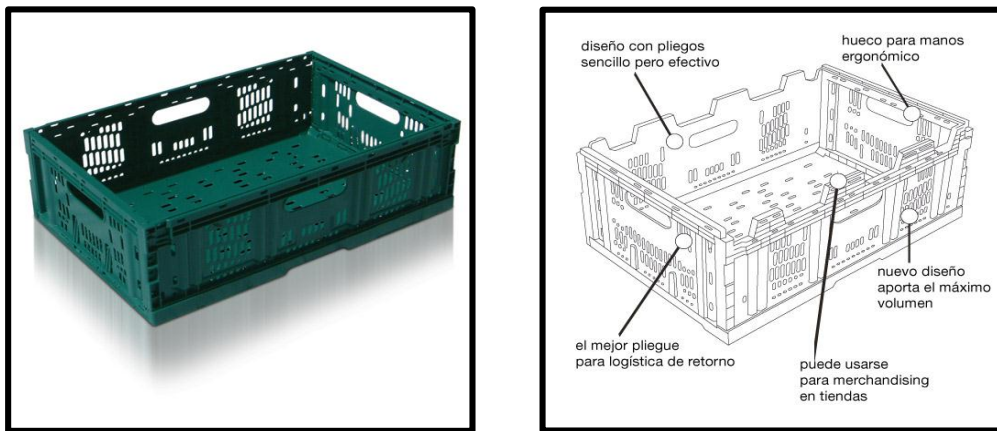


Figura 5.12. Cajilla para almacenamiento. Fuente: Equitienda, 2021.



Figura 5.13. Base con ruedas para transporte. Fuente: Equitienda, 2021.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

Las dimensiones de las cajillas y de la base se especificaran en la tabla 5.12. Así como también las dimensiones que se consideraran para el dimensionamiento de la cámara.

**Tabla 5. 12. Dimensiones para el diseño de la cámara de congelación**

Condición	Dimensión (mm)
Altura de apilamiento	1827
Separación entre bases y paredes laterales	500
Separación entre base y pared posterior	600
Separación entre bases	600
Separación entre base y pared de entrada	600
Separación entre ultima cajilla y techo	500
Cajilla	328 x 500 x 111
Base con rueda	402 x 602 x 162
Ancho de la puerta	1000
Alto de la puerta	2000

Fuente: Equitienda, 2021.

La cantidad de pulpa que representara la carga en la cámara de congelación por lo tanto se calculara con base en la cantidad de pulpa que ingresara.

### **Calculo de cargas térmicas**

a) Por congelación de alimento ( $Q_a$ )

Esta dada por la ecuación (5.43)

$$Q_a = Q_{a1} + Q_{a2} + Q_{a3} \quad (5.43)$$

Donde la carga térmica para disminuir la temperatura hasta congelación ( $Q_{a1}$ )

Esta dada por la ecuación (5.44) (Toledo, 2007)

$$Q_{a1} = mC_u\Delta T \quad (5.44)$$

Donde:

M: masa del alimento a congelar (Kg)

$C_u$ : Capacidad calorífica antes de la congelación (J/Kg\*°C)

$\Delta T$ : Variación de la temperatura (°C)

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

Carga térmica invertida en la congelación ( $Q_{a2}$ ) ecuación (5.45)

$$Q_{a2} = mX_{\text{agua}}L_{\text{agua}} \quad (5.45)$$

Donde:

L: calor latente del agua (334 000 J/Kg)

$X_{\text{agua}}$ : Fracción de agua en el alimento

La ecuación (5.46) muestra el cálculo de la carga térmica al congelar ( $Q_{a3}$ )

$$Q_{a3} = mC_f\Delta T \quad (5.46)$$

Donde:

$C_f$ : capacidad calorífica del material congelado (J/Kg\* °C)

$\Delta T$ : Variación de la temperatura (°C)

Para la variación de la temperatura se considerará que la pulpa se congela a -2 °C, tomando como referencia los puntos de congelación de los zumos de pera, manzana y melocotón en relación con el aumento de los grados brix (Auleda, et al, 2008)

b) Carga debido a pérdidas por paredes y techo ( $Q_b$ )

Esta expresada con la ecuación (5.47) (Torrez, 2014)

$$Q_b = U \cdot S \cdot \Delta T \quad (5.47)$$

Donde:

U: coeficiente de transferencia de calor de la pared o techo (W/m<sup>2</sup>\*K), se considerará el valor dado por el fabricante según el espesor de la pared de la cámara de congelación referenciado en el catálogo. Anexo 10.6 (Taver® 2019)

S: superficie del cerramiento (m<sup>2</sup>)

$\Delta T$ : Variación de la temperatura (°C) entre el exterior y el interior de la cámara

c) Por renovación de aire ( $Q_c$ )

Es la pérdida que se considera por el ingreso de aire cuando ingresa o sale producto de la cámara, depende de las condiciones externas de la cámara que se muestran en la tabla 5.13 y que sirven para realizar los cálculos respectivos con la ecuación (5.44) (Torrez, 2014).

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$$Q_C = V * \rho_{\text{aire}} * N * \Delta h \quad (5.48)$$

Donde:

V: Volumen de la cámara (m<sup>3</sup>)

$\rho_{\text{aire}}$ : densidad del aire (anexo 10.7 tablas de aire seco presión atmosférica) (Kg/m<sup>3</sup>)

N: renovaciones de aire (dependiendo del número de veces que ingrese el producto)

$\Delta T$ : Variación de la entalpia. La entalpia del exterior y del interior se toma de las cartas psicométricas del Anexo 10.8 por lo tanto:

**Tabla 5. 13. Condiciones del producto a congelar**

Parámetro	Valor
Temperatura media anual del exterior	24.1°C
Temperatura del interior de la cámara	-35° C
Humedad relativa exterior	80%
Humedad relativa interior	90%
Densidad del aire	1.18 Kg / m <sup>2</sup>

Fuente: Coronel y Pérez, 2016.

d) Por personas que ingresan ( $Q_d$ )

Para estimar el calor por persona, (Orrego, 2003), asigna un valor de 293W por persona, y calcula mediante la ecuación (5.49).

$$Q_d = \text{Calor por persona} * N * t \quad (5.49)$$

Donde:

N: Número de personas que ingresan

T: tiempo medio de permanencia

Se consideró estar y mover las pilas se requiere de una persona por un tiempo de dos minutos para cada ingreso de la persona a la cámara.

e) Por iluminación ( $Q_e$ )

Se tomó en cuenta que se usa una iluminación de 12 W/m<sup>2</sup>, y para ello la ecuación (5.50) la determina (Orrego, 2003).

$$Q_e = n * P * t \quad (5.50)$$

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

Donde:

N: Número de focos

O: Potencia de los focos (W)

t: tiempo de funcionamiento de los focos, se considera dos minutos al realizar el ingreso a la cámara de congelación, al pasar de la congelación a almacenamiento se considera 7 minutos por cada ingreso a la cámara ya que deben apilar cantidades de funda de pulpa congelada por cajilla.

f) Por apertura de puertas ( $Q_f$ )

(Toledo, 2007), calcula la carga térmica por apertura de puertas (W) mediante la ecuación (5.51)

$$Q_f = 2126 W e^{0.0484 \Delta T} H^{1.71} \quad (5.51)$$

Donde:

W: ancho de la puerta (m)

H: alto de la puerta (m)

$\Delta T$ : Variación de temperatura del exterior de la cámara respecto al interior de la cámara.

Cálculo de la carga térmica total

La carga total se determina con la ecuación (5.52) y representa la sumatoria de las cargas térmicas calculadas, más un 15% de factor de seguridad.

$$Q_T = 1.15 (Q_a + Q_b + Q_c + Q_d + Q_e + Q_f) \quad (5.52)$$

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 5.5. Estimación de costos de instalación de la línea de producción

#### **Costos fijos directos**

Para calcular los costos fijos directos se utilizara la ecuación (4.7) del marco de referencia (4.6).

#### **Costos totales de los equipos auxiliares en planta**

Para calcular los costos del CIF se utilizara la ecuación (4.8) del marco de referencia (4.6).

Para calcular los costos de instalación se utilizara la ecuación (4.9) del marco de referencia (4.6).

Para calcular los costos de instrumentos y control (4.10) del marco de referencia (4.6).

Para calcular los costos de tubería y accesorios se utilizara la ecuación (4.11) del marco de referencia (4.6).

Para calcular los costos de instalación eléctrica se utilizara la ecuación (5.12) del marco de referencia (4.6).

Para calcular los costos de servicios se utilizara la ecuación (5.13) del marco de referencia (4.6).

#### **Costos fijos indirectos**

Para calcular los costos de ingeniería y supervisión se utilizara la ecuación (4.14) del marco de referencia (4.6).

Para calcular los costos de construcción se utilizara la ecuación (4.15) del marco de referencia (4.6).

Para calcular los costos de los honorarios de los contratistas se utilizara la ecuación (4.16) del marco de referencia (4.6).

Para calcular los gastos de imprevistos se utilizara la ecuación (4.17) del marco de referencia (4.6).

#### **Costos de Producción**

Para calcular los costos directos de producción se utilizara la ecuación (4.18) del marco de referencia (4.6).

Para calcular los costos de materia prima e insumos se utilizara la ecuación (4.19) del marco de referencia (4.6).

Para calcular los costos de mano de obra se utilizara la ecuación (4.20) del marco de referencia (4.6).

Para calcular los costos de mantenimiento y reparación se utilizara la ecuación (4.21) del marco de referencia (4.6).



## **Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**

Para calcular los costos auxiliares y servicios se utilizara la ecuación (4.22) del marco de referencia (4.6).

Para calcular los costos de suministros de operación se utilizara la ecuación (4.23) del marco de referencia (4.6).

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### VI. Discusión y resultado

#### 6.1. Variables del proceso de elaboración de la pulpa de maracuyá

##### Materia Prima

Resultados obtenidos de la inspección de materia prima en la elaboración de la Pulpa Congelada de maracuyá.

Tabla 6. 1. Inspección de la maracuyá

Nombre del producto	Maracuyá	
<b>Descripción</b>	Es una fruta de la familia de la <i>Passifloraceae</i> , el maracuyá, del cual se destacan tres variedades. Una de ellas es el fruto de la <i>Parsiflora edulis f. flavicarpa</i> , que es de color amarillo, y uno de los más abundantes y comercializados a nivel mundial produce frutos todo el año, muy apreciado en la gastronomía nicaragüense.	
<b>Condiciones</b>	<b>Ideales</b>	<b>Reales</b>
<b>Composición o características fisicoquímicas</b>	Estar entera Sana, exentas de podredumbre o deterioro Sin manchas oscuras internas Con sólidos solubles totales en la pulpa del fruto 11 <sup>0</sup> Brix mínimo y un PH de 3, Sin daños causados por plagas.	Estar entera Sana, exentas de podredumbre o deterioro Sin manchas oscuras internas Con sólidos solubles totales en la pulpa del fruto 11 <sup>0</sup> Brix mínimo y un PH de 3, Sin daños causados por plagas.

Fuente: FAO/OMS, CODEX STAN 316-2014, 2014.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### **Variables de Control para la pulpa congelada**

**Producto Terminado** (KARFRUT, 2018) (ver anexo 10.10)

### **Variables de Control para el Producto Final**

Las características Físicas obtenidas fueron:

Color: Amarillo Oscuro

Aspecto: Semi-viscoso

Olor: Característico a maracuyá

Sabor: Característico a maracuyá

### **Las Características Físico Químicas obtenidas fueron:**

PH: 3.

Grados Brix: 11°

### **Las Características microbiológicas:**

Agentes microbianos	límites
Aerobios Mesófilos	10 <sup>4</sup>
Nº de E coli	10
Detección de salmonella	Ausencia/25 gr

## 6.2. Resultados del balance de materia

Del cálculo del balance de materia se obtuvieron los siguientes resultados

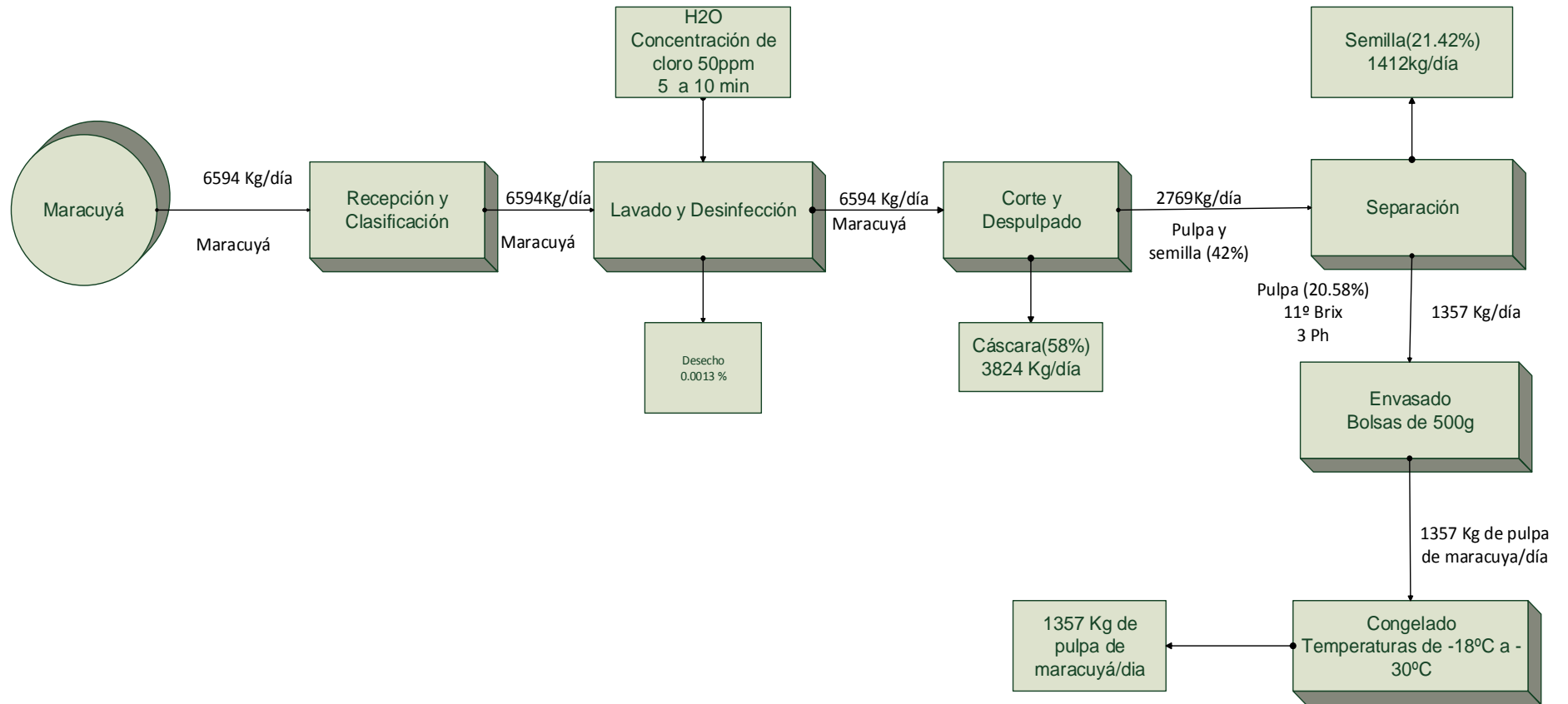


Figura 6. 1. Balance de Materia del proceso. Fuente: Elaboración Propia.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

La figura 6.3. Muestra el diagrama de flujo para la obtención de pulpa. La simbología empleada para la representación para los equipos está de acuerdo con la norma ISO 10 628 y la nomenclatura se describe en la tabla 6.2. Donde las letras constituyen las siglas de identificación del equipo el primer número del área de ubicación en la planta y los últimos números de acuerdo a la secuencia de operación.

**Tabla 6. 2. Nomenclatura utilizada en el diagrama de flujo**

Área	Proceso	Equipo	Código
1	Recepción	Balanza	BA- 101
	Clasificación	Banda Transportadora	BT- 102
	Lavado	Lavadora de inmersión	BT-103
2	Despulpado	Despulpadora	DP- 201
3	Empacado	Empacadora	EN- 301
4	congelación	Cuarto Frio	CF-401

Fuente: Elaboración propia.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

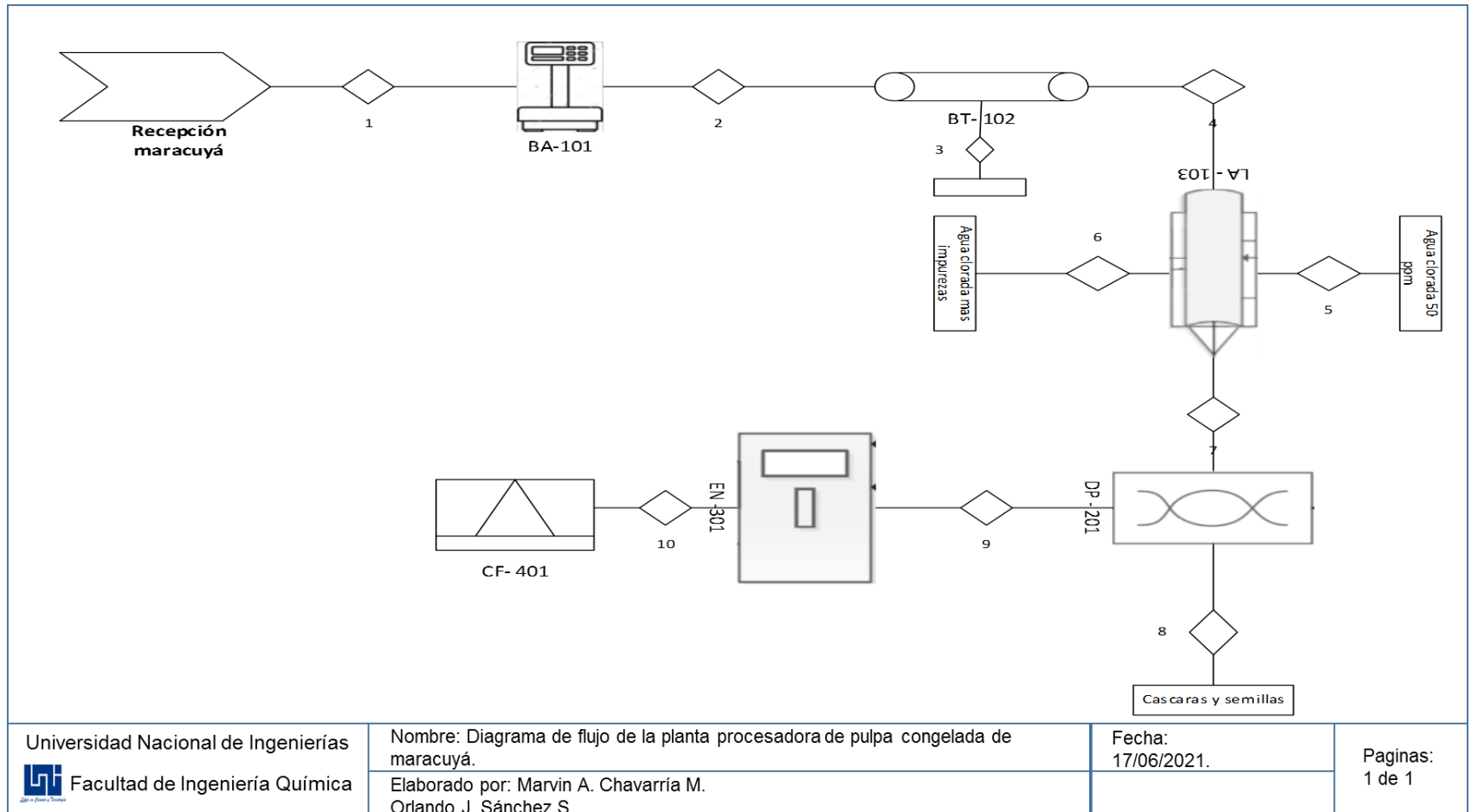


Figura 6.3 diagrama de flujo para obtención de pulpa congelada de maracuyá. Fuente: Elaboración propia.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 6.3. Selección de equipos

A continuación, se presentan los detalles de dimensiones y especificaciones técnicas de los equipos que serán usados durante todo el proceso de producción.

#### Recepción

Tabla 6. 3. Especificaciones técnicas de la balanza industrial

<b>Hoja de especificaciones del equipo</b>		
<b>Nombre del equipo:</b> Balanza industria		
<b>Precio</b> (ALIBABA.COM, 2021)	\$300	<b>Material:</b> Acero Inoxidable
<b>Dimensiones:</b> <b>Alto</b> <b>Ancho</b> <b>Profundidad</b>	1m 1.2m 1.5 m	<b>Parámetros de diseño</b> <b>Capacidad :</b> hasta de 1500 Kg
<b>Principio de funcionamiento:</b> plataforma de pesaje de maracuyá de forma rápida con terminal digital		
<b>Modalidad de operación :</b> Batch		
<b>Esquema del equipo:</b>		
		

Fuente: Elaboración Propia.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### Selección

Tabla 6. 4 . Especificaciones técnicas de la transportadora

<b><u>Hoja de especificaciones del equipo</u></b>		
<b>Nombre del equipo:</b> Transportadora de rodillo metálicos		
<b>Precio</b> (alibaba.com, 2021)	\$1000	<b>Material:</b> Acero Inoxidable
<b>Dimensiones:</b> Alto Ancho Profundidad	8 m 6 m 4.5 m	<b>Parámetros de diseño</b> <b>Capacidad de transporte:</b> 247 Kg/h <b>Velocidad de transporte Promedio:</b> 0.8 m/s <b>Potencia:</b> 1.12 KW
<b>Principio de funcionamiento:</b> equipo para clasificación y transporte de maracuyá		
<b>Modalidad de operación :</b> continuo		
<b>Esquema del equipo:</b>		
		

Fuente: Elaboración Propia.



## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### Lavado

Tabla 6. 5. Especificaciones técnicas del tanque de lavado

<b>Hoja de especificaciones del equipo</b>		
<b>Nombre del equipo:</b> Lavadora de inmersión con aspersion		
<b>Precio</b> (Alibaba.com, 2021)	\$6500	<b>Material:</b> Acero Inoxidable
<b>Dimensiones:</b>		<b>Parámetros de diseño</b>
<b>Alto</b>	1.7 m	<b>Capacidad :</b> procesamiento de hasta 1000 Kg/ hora <b>Potencia de la bomba:</b> 1.12 KW <b>Potencia del motor reductor:</b> 0.9 KW
<b>Ancho</b>	1 m	
<b>Profundidad</b>	2.2 m	
<b>Principio de funcionamiento:</b> el equipo consta de un tanque donde se genera turbulencias, unas duchas de aspersion plana para lavar el producto que una vez lavado sube por un elevador		
<b>Modalidad de operación :</b> continuo		
<b>Esquema del equipo:</b>		
		

Fuente: Elaboración Propia.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### Despulpado y Filtrado

Tabla 6. 6. Especificaciones técnicas del despulpador

<b><u>Hoja de especificaciones del equipo</u></b>		
<b>Nombre del equipo:</b> despulpadora		
<b>Precio</b> (Alibaba.com, 2021)	6800 \$	<b>Material:</b> Acero Inoxidable
<b>Dimensiones:</b>		<b>Parámetros de diseño</b>
<b>Alto</b>	1.7 m	<b>Capacidad :</b> 1500 Kg/ hora <b>Potencia :</b> 5.59 kW
<b>Ancho</b>	1.2 m	
<b>Profundidad</b>	1.8 m	
<b>Principio de funcionamiento:</b> se basa en alimentar la tolva con frutas frescas, el equipo consta con una pre-cámara de proceso con cuchillas de corte que permite la separación de la cascara con pulpa y las semillas, la misma que va a pasar por un tamiz provisto de paletas que empujan la pulpa contra el tamiz y separa el jugo de las semillas.		
<b>Modalidad de operación :</b> Batch		
<b>Esquema del equipo:</b>		
		

Fuente: Elaboración Propia.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### Envasado

Tabla 6. 7. Especificaciones técnicas de la envasadora

<b><u>Hoja de especificaciones del equipo</u></b>		
<b>Nombre del equipo:</b> Envasadora de líquidos automática		
<b>Precio</b> (Alibaba.com, 2021)	\$1500	<b>Material:</b> Acero Inoxidable
<b>Dimensiones:</b>		<b>Parámetros de diseño</b>
<b>Alto</b>	1.9 m	<b>Capacidad :</b> 1800 bolsas/ hora Potencia del motor: 0.37 KW Potencia del sellador vertical 0.3 KW Potencia del sellador horizontal por impulso 1 KW Potencia de la lámpara de esterilización ultravioleta 15 KW
<b>Ancho</b>	7.5 m	
<b>Profundidad</b>	8.5 m	
<b>Principio de funcionamiento:</b> el producto es alimentado por la parte superior y el equipo envasa de acuerdo a las especificaciones previamente calibradas		
<b>Modalidad de operación :</b> continuo		
<b>Esquema del equipo:</b>		
		

Fuente: Elaboración Propia.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### **Cámaras de congelación**

#### **Predicción del tiempo de congelación**

Los cálculos de los tiempos de congelación se muestran en el anexo 10.5, donde los tiempos de congelación para pulpa congelada son de 1.48 horas

#### **Dimensiones de la cámara de congelación**

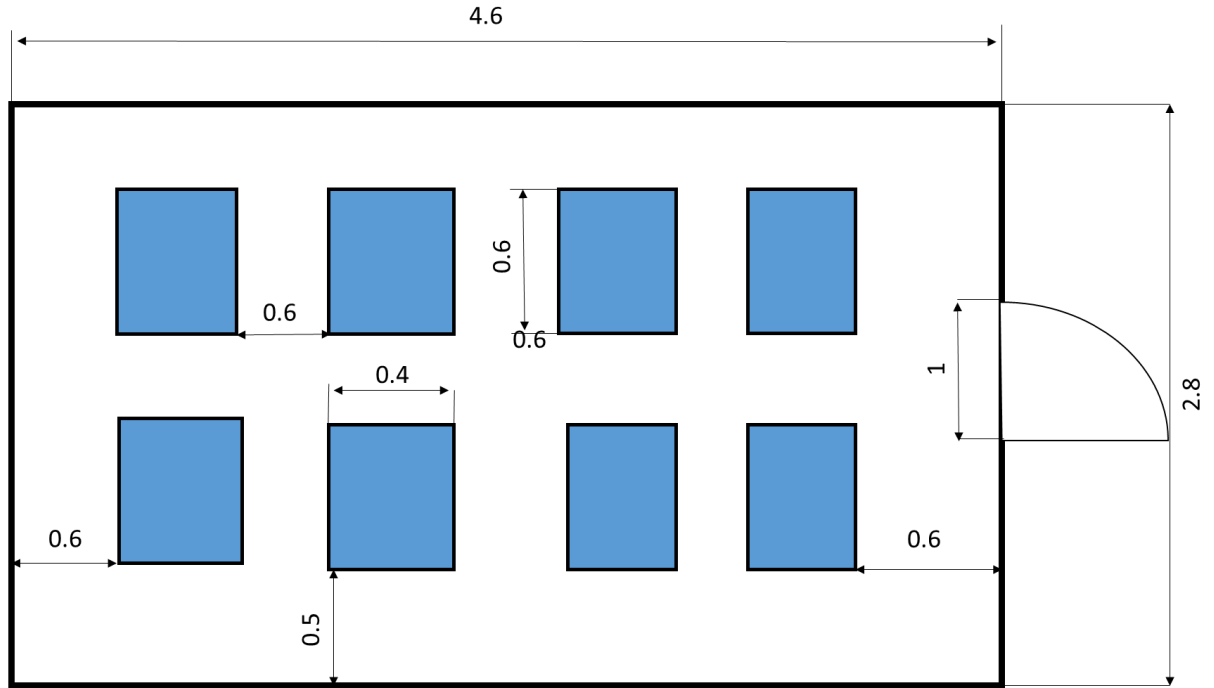
Como se mencionó en los criterios de diseño las dimensiones de la cámara fueron tomadas de acuerdo al ingreso de la pulpa a congelar. De tal forma que las dimensiones se muestran en la tabla 6.8.

**Tabla 6. 8. Dimensiones internas de la cámara de congelación**

	<b>Medida</b>	<b>Unidades</b>
<b>Altura</b>	2.33	m
<b>Ancho</b>	2.80	m
<b>Largo</b>	4.61	m
<b>Área del piso y techo</b>	12.91	m <sup>2</sup>
<b>Área de paredes (ancho)</b>	6.52	m <sup>2</sup>
<b>Área de paredes (largo)</b>	10.74	m <sup>2</sup>
<b>Volumen</b>	30.01	m <sup>3</sup>

La figura 6.4. Muestra las dimensiones y la distribución de las torres de gavetas en la cámara de congelación tomando en cuenta los criterios de diseño anteriormente mencionados

**Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**



**Figura 6.4. Dimensiones de la cámara de congelación y distribución de las cajillas. Fuente: Elaboración Propia.**

**Cálculo de las cargas térmicas**

De acuerdo a los datos proporcionados en criterios de diseño, se reemplaza en cada una de las ecuaciones para calcular las diferentes cargas térmicas. La tabla 6.9. Muestra el resumen de las cargas en kW calculadas para el congelamiento de pulpa de maracuyá.

**Tabla 6. 9. Resumen de las cargas térmicas en la congelación de pulpa de maracuyá**

	$Q_a$	$Q_b$	$Q_c$	$Q_d$	$Q_e$	$Q_f$	$Q_{total}$	$Q_{total}$
<b>Pulpa</b>	20.08	0.23	3.79	0.05	$1.8 \times 10^{-3}$	121.51	145.65	167.50

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

Tabla 6. 10. Especificaciones técnicas de la cámara de congelación

<b><u>Hoja de especificaciones del equipo</u></b>		
<b>Nombre del equipo:</b> Cámara de Congelación		
<b>Precio (alibaba, 2021)</b>	\$ 5000	<b>Material:</b> Poliuretano
<b>Dimensiones</b>		<b>Parámetros de diseño</b>
<b>Alto</b>	2.5 m	<b>Capacidad :</b> 12.3 m <sup>3</sup> Potencia de la cámara : 1.51 kW
<b>Ancho</b>	2 m	
<b>Profundidad</b>	2.5 m	
<b>Principio de funcionamiento:</b> es un área aislada térmicamente, consiste en extraer el calor que existe dentro de la misma mediante un sistema de congelación o evaporador.		
<b>Modalidad de operación :</b> Batch		
<b>Esquema del equipo:</b>		
		

Fuente: Elaboración propia.

### 6.4. Estimación de Costos de Producción

En la siguiente tabla se presenta la estimación de los costos de producción para un año de producción de pulpa congelada de maracuyá. El detalle de cada uno de los costos se presenta en anexo 10.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

Tabla 6.11. Estimación de Costos de Producción

Concepto	Porcentaje Aplicado	Costo Anual (U\$)	Costo Total Anual (U\$)
<b>INVERSION DE CAPITAL FIJO</b>			
Costo directos			60,918.00
Costos de equipos en planta			23,430.00
Costos indirectos			33,504.90
<b>SUBTOTAL</b>			<b>117,852.90</b>
<b>COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN</b>			
Costo Materia Prima e Insumos	100%	1,301,784.69	1,301,784.69
Costo Mano de Obra	100%	4,290.00	4,290.00
Costo Supervisión e Ingeniería	100%	7,731.90	7,731.90
Costo Mantenimiento y Reparación	6%	Costo Equipos en Planta	1,405.80
Costo Auxiliares y Servicios	15%	Costo Mantenimiento	210.87
Costo Suministros de Operación	15%	Costo Mantenimiento	210.87
<b>SUBTOTAL</b>			<b>1,315,423.26</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS DE PRODUCCIÓN</b>			
Gasto de Laboratorio	15%	Costo Mano de Obra	643.5
Cargos a Planillas	100%	82,896.80	82,896.80
Gastos Generales de la Planta	6%	Costo Mantenimiento	84.348
<b>SUBTOTAL</b>			<b>83,624.65</b>
<b>COSTOS FIJOS DE PRODUCCIÓN</b>			
Gasto de Depreciación	10%	21,300.00	2,130.00
Gastos Impuestos y Seguros	3%	Costo Equipos en Planta	702.90
<b>SUBTOTAL</b>			<b>2,832.90</b>
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN E INVERSION FIJA</b>			<b>1,519,733.71</b>

Los costos de producción para la elaboración de pulpa congelada de maracuyá de 500 g para un año, es de U\$ 1, 519,733.71.

## VII. CONCLUSIONES

Al desarrollar el proceso productivo a escala de laboratorio, la materia prima utilizada en la elaboración de pulpa congelada, fue la fruta de maracuyá la cual tuvo un peso promedio de 180 gramos/unidad. Se determinaron las variables que influyen durante el proceso productivo, en el cual la pulpa de maracuyá presentó una concentración de azúcar de 11.88 °Brix, un pH de 3.6 a una temperatura 28°C. El rendimiento obtenido fue del 21% de pulpa congelada de maracuyá.

Adicionalmente se realizó el escalado a nivel industrial, tomando como referencia que se procesará el 25% de la producción nacional de fruta de maracuyá lo que corresponde a 1, 582,500 Kg/año, esto representa un volumen de 6,594 kg/día de fruta, obteniendo como resultado 1,357 kg/día de pulpa congelada de maracuyá, equivalente a 2,714 bolsas de 500 gr/día.

Para este proceso se dimensionaron y seleccionaron cuatro equipos principales entre los que tenemos: 1) una transportadora de rodillos metálicos de acero inoxidable con capacidad y velocidad de transporte de 247 Kg/h - 0.8 m/s respectivamente, así como una potencia de 1.12 kW. 2) Una despulpadora de acero inoxidable con capacidad de procesamiento de 500 Kg/h y una potencia de 5.59kW. 3) Una envasadora de líquidos automática de acero inoxidable con capacidad de 1800 bolsas/h. 4) Una cámara de congelación de poliuretano con una capacidad de 12.3 m<sup>3</sup> con una modalidad de operación tipo batch.

Se estimaron los costos de instalación de la línea de producción tomando en cuenta la inversión fija que incluye el costo de los 6 equipos en planta por un valor de U\$ 23,430, considerando además los costos de materia prima, mano de obra, equipos, entre otros; obteniendo un valor total de costo de producción e inversión fija de U\$ 1, 519,733.71 para el primer año de operación.



## **Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**

### VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio de pre factibilidad para conocer la rentabilidad del proyecto presentado.
- Realizar un estudio de impacto ambiental para cumplir con las leyes y normas vigentes del país, así como conocer cuáles son los riesgos ambientales para la ejecución de este tipo de proyecto.
- Para logra un uso eficiente de los recursos y el aprovechamiento del desecho generado en planta es importante realizar un estudio para crear alternativas del uso de estos desperdicios.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### IX. BIBLIOGRAFÍA

- Monsalvo Vázquez, R., Miranda Pascual, M., Romero Sánchez, M., & Muñoz Pérez, G. (2014). Balance de materia y Energía. Procesos Industriales. Mexico D.F.: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V.
- alibaba.com. (16 de junio de 2021). Obtenido de [https://spanish.alibaba.com/product-detail/conveyor-roller-manufacturer-motorized-conveyor-roll-manufacturing-plant-stainless-steel-machinery-repair-shops-motor-provided-1600100185027.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_image.540465a8Fv4q1t&s=p](https://spanish.alibaba.com/product-detail/conveyor-roller-manufacturer-motorized-conveyor-roll-manufacturing-plant-stainless-steel-machinery-repair-shops-motor-provided-1600100185027.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.540465a8Fv4q1t&s=p)
- Alibaba.com. (05 de junio de 2021). Obtenido de [https://spanish.alibaba.com/product-detail/new-type-pressure-spray-supplier-maker-garlic-cleaning-machine-1600260544157.html?spm=a2700.shop\\_index.89.9.71e552aaSmYQuQ](https://spanish.alibaba.com/product-detail/new-type-pressure-spray-supplier-maker-garlic-cleaning-machine-1600260544157.html?spm=a2700.shop_index.89.9.71e552aaSmYQuQ)
- Alibaba.com. (06 de junio de 2021). Obtenido de [https://spanish.alibaba.com/product-detail/fruit-and-vegetable-crusher-and-breaking-cutting-machine-60546161942.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_title.11e46706kyxiNP](https://spanish.alibaba.com/product-detail/fruit-and-vegetable-crusher-and-breaking-cutting-machine-60546161942.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.11e46706kyxiNP)
- Alibaba.com. (10 de junio de 2021). Obtenido de [https://spanish.alibaba.com/product-detail/sj-1000-automatic-juice-bag-pouch-sachet-filing-liquid-packing-machine-60533584516.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_image.25237a9ee8VR2A](https://spanish.alibaba.com/product-detail/sj-1000-automatic-juice-bag-pouch-sachet-filing-liquid-packing-machine-60533584516.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.25237a9ee8VR2A)
- ALIBABA.COM. (05 de Junio de 2021). Obtenido de [https://spanish.alibaba.com/product-detail/150-kgs-industrial-platform-balance-300kgs-platform-scale-electronic-weighting-scale-1600210504223.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_image.628432c0ardcrx](https://spanish.alibaba.com/product-detail/150-kgs-industrial-platform-balance-300kgs-platform-scale-electronic-weighting-scale-1600210504223.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.628432c0ardcrx)
- ASHRAE. (2010). American Society of Heat, Refrigeration and Air Conditioned Engineers Handbook. Refrigeration.
- Astimec. (s.f.). Obtenido de <https://astimec.net/producto/llenadora-por-gravedad-manual/>
- ASTIMEC S.A. (03 de septiembre de 2020). Obtenido de <https://astimec.net/>
- Auleda, J., Hernandez, E., & Raventos, M. (2008). Modelo para la prediccion de puntos de congelacion de zumos. Il congreso iberoamericano sobre seguridad alimentaria.
- Baca Urbina, G. (2010). Evaluacion de Proyectos (Sexta Edicion ed.). México: The McGraw Hill.
- Balanzas Digitales. (03 de Septiembre de 2020). Obtenido de <https://www.balanzasdigitales.com/17-balanzas-plataformas>
- Ballesteros, L. (2018). MUNDOHVACR. Obtenido de <https://www.mundohvacr.com.mx/2013/06/enfriamiento-por-aire-forzado/>
- Banda, E. (2017). Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Obtenido de Tabla Entalpias Estandar de Formacion de Compuestos Organicos e Inorganicos: <https://www.studocu.com/es->

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

mx/document/universidad-autonoma-de-san-luis-potosi/fisicoquimica/apuntes/tabla-entalpias-estandar-formacion-compuestos-organicos-e-inorganicos/2592856/view

- Berk, Z. (2013). Food Process engineering and technology (segunda ed.). Academic Press.
- Cadena Productiva del Cultivo de Maracuya. (22 de septiembre de 2020). Obtenido de <https://cadenaproductivamaracuya.blogspot.com/>
- Caldera Jarquin, M. J., Kraudy Ortega, P. A., & Cruz Marin, G. J. (03 de Noviembre de 2011). Estudio de Pre-factibilidad de una Planta Procesadora de Frutas y la Comercializacion de la Pulpa Congelada de Fruta. Managua, Managua, NICARAGUA: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Casp, A., & Abril, J. (2003). Tecnologia de Alimentos procesos de Conservacion de Alimentos (Segunda ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Cetotec. (s.f.). Obtenido de <https://www.cetotec.com/en/vinegar-production-technology/vinegar-filtration/cross-flow-filter-for-vinegar-concentrate/>
- Coronel, J., & Perez, L. (2016). coleccion de tablas graficas y ecuaciones de transmision de calor .
- Cuestas Caza, J. A. (2009). Estudio de factibilidad para la creacion de una empresa industrializadora y exportadora de pulpa congelada de frutas exoticas organicas mediante la tecnologia iqf al mercado canadiense. Ecuador.
- Editores, G. L. (2008). Ciencia, Tecnologia e Industria de alimentos (Primera ed.). Bogota: D´vinni S.A. doi:978-958-8203-70-6
- EQUINOCCIO, Pblh, i., & Ade, I. (2013). Mercadode la pulpa congelada en china. Managua.
- Equitienda . (26 de 02 de 2021). Obtenido de La tienda de las tiendas: <https://equitienda.es/producto/accesorios/almacenaje/base-con-ruedas-para-cajas/>
- Equitienda. (26 de 02 de 2021). Obtenido de La tienda de las tiendas: <https://equitienda.es/producto/almacenaje/caja-fruteria-plegable/>
- Escobar, L. J. (22 de Abril de 2016). Operatividad de maquinas y equipos para la industria alimentaria. Senati.
- FAO/OMS. (2014). CODEX STAN 316-2014. Roma: FAO.
- FAO/OMS. (2014). CODEX STAN 316-2014. FAO.
- google maps. (15 de 01 de 2021). Obtenido de <https://www.google.com.ni/maps/place/San+Juan+de+La+Concepci%C3%B3n/@11.9538652,-86.1799474,81m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8f7403e258e1100f:0x5a25cebbc80a644e!8m2!3d11.951869!4d-86.1878899>
- Ibarz, A., & Barbosa- Canovas , G. (2005). Operaciones Unitarias en La ingenieria de alimentos Barcelona . Mundi-Prensa.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

- Ingemecanica. (15 de abril de 2021). Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialesemanal/tutorialn84.html>
- Ingemecanica. (09 de abril de 2021). Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialesemanal/tutorialn84.html>
- Jácome, H., & Gualavisí, M. (2011). Elaboracion de jugos y concervas de frutas. Boletin Mensual de Analisis Sectorial de MIPYMES.
- KARFRUT. (2018). Pulpa de Maracuya Congelado. Lima: KARFRUT.
- Landirez, E. M. (2011). Estudio del Proceso de Produccion de Pulpas de Frutas combinadas pasteurizadas y congeladas. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Litoral.
- Marrelli, S. (2011). Educación Tecnológica . Obtenido de [http://sebamarrelli.blogspot.com/p/diagnostico\\_1850.html](http://sebamarrelli.blogspot.com/p/diagnostico_1850.html)
- Max, P., & Timmerhaus, K. (1991). Plant Design and Economics For Chemical Engineers. New York: McGraw Hill, Inc.
- Mojica Valdez, C. (Diciembre de 2004). Estudio del Proceso de implementacion y certificacion del sistema HACCP en las empresas Callejas S.A, Exotic Food, Apronot y Tropicifrutas . Managua: Universidad Nacional Agraria- Facultad de Agronomia.
- Nassir Sapag Chain, R. S. (2008). Preparación y Evaluación de Proyectos (5ta ed.). Bogotá, Colombia: Mc Graw Hill.
- Orrego Alzate, c. E. (Diciembre de 2008). Congelacion y Liofilizacion de alimentos. Manizales, Colombia.
- Orrego, C. (2003). Procesamiento de alimentos (Primera ed.). Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Peters, M., & Timmerhaus, K. (1991). Plant Design and Economics for Chemical Engineers. New York: McGraw-Hill, Inc.
- PND. (s.f.). Fruit Processing Machinery. Obtenido de <http://www.pndsrl.it>
- Posas, R. R. (1999). Formulacion y Evaluacion de Proyectos (Primera ed.). San Jose, Costa Rica.
- Scribd Inc. (26 de 05 de 2020). Scribd. Obtenido de Scribd: [https://es.scribd.com/doc/316371144/Ficha-Tecnica-de-Producto-Maracuya?language\\_settings\\_changed=espa%C3%B1ol](https://es.scribd.com/doc/316371144/Ficha-Tecnica-de-Producto-Maracuya?language_settings_changed=espa%C3%B1ol)
- Singh, R., & Heldman, D. (2003). Introduction to foodengineering. Gulf Professional Publishing.
- Suarez, L. M., & Macas, D. O. (2014). Diseño y construccion de una maquina despulpadora de frutas. RIOBAMBA, Ecuador.
- Suarez, O. B. (Abril de 2017). Produccion de Maracuya (PassifloraedulisSims) en el departamento de Matagalpa por medio del Proyecto"Mejoramiento de medios de vida atravez del desarrollo de la cadena de valor de la Maracuya"de Caritas Diosesana. Managua,

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Obtenido de Produccion de Piña sin Explotarse: <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/255711-produccion-pina-explotarse/>

Technology, T. P. (26 de 02 de 2021). The Weather Channel. Obtenido de <https://weather.com/es-US/tiempo/hoy/l/Managua+Departamento+de+Managua+Nicaragua?canonicalCityId=25c166bdb32911a02e12f1f8cb5e6caf409bef891bd4602abce88dce7d3fb5d5>

TERRES-PEÑA, H. L.-R. (Diciembre de 2018). Determinación y análisis experimental de las propiedades termofísicas de la manzana durante su proceso de cocción en una estufa solar de tipo caja. *Revista de Energía Química y Física.*, 5(17), 1-7. doi:ISSN: 2410-3934

Toledo, R. (2007). *Fundamentals of food process engineering* (Tercera ed.). Springer Science y Business media.

Torrez, D. (2014). *Diseño de camara para la congelacion y almacenamiento de pan.*( tesis para optar al titulo de ingeniero tecnico industrial). Madrid , España: Universidad Carlos III.

Tuza, P. (2011). *Diseño y construccion de una despulpadora de frutas Horizontales con una capacidad de produccion de 250 Kg/h .* Quito, Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana.

Ulrich, G. (1984). *A guide to chemical engineering process design and economics* (Primera edición ed.). Estados Unidos de América: John Wiley & Sons.

Ulrich, G. (1986). *Diseño y Economía de los Procesos de Ingeniería Química.*

Ureña Ulcigrai, F. G. (Noviembre de 2017). *Diseño de un Sistema de Refrigeracion por Amoniaco para una Empresa de Industria Carnica.* Cartago, Costa Rica.

Vaillant, F. J. (2001). Concentration of passion fruit juice on an industrial pilot scale using osmotic evaporation. *Journal of food Engineering.*

Vasco, M. (2000). *Inflencia del Proceso de microfiltracion tangencial sobre el contenido de carbohidratos y polifenoles en la clarificacion de maracuya.* Quito, Ecuador.

Villareal, L. (1995). *Estudio de las condiciones de operacion para la clarificacion de jugo de maracuya( Passiflora Flavicarpia) mediante microfiltracion tangencial .* Quito, Ecuador.

Viloria, C. A. (21 de junio de 2016). SCRIBD. Obtenido de [https://es.scribd.com/doc/316371144/Ficha-Tecnica-de-Producto-Maracuya?language\\_settings\\_changed=espa%C3%B1ol](https://es.scribd.com/doc/316371144/Ficha-Tecnica-de-Producto-Maracuya?language_settings_changed=espa%C3%B1ol)

Wikipedia enciclopedia libre. (15 de 01 de 2021). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Masaya>

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### X. Anexos

#### 10.1. Norma del Codex para maracuyá

### **NORMA DEL CODEX PARA LAS FRUTAS DE LA PASIÓN (CODEX STAN 316-2014)**

#### **1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de frutas de la pasión de las especies granadilla 1 (*Passiflora ligularis* Juss), fruta de la pasión morada 2 (*Passiflora edulis* Sims forma *edulis*), fruta de la pasión amarilla 3 (*Passiflora edulis* Sims forma *flavicarpa*) y sus híbridos, obtenidas de la familia Passifloraceae, que habrán de suministrarse frescas al consumidor, después de su preparación y envasado. Se excluyen las frutas de la pasión destinadas a la elaboración industrial.

1 También conocida en español como “granadilla común”, “granadita”, “granadilla de china”, “granada china”, “parchita”, “parcha dulce”.

2 También conocida en español como “gulupa”.

3 También conocida en español como “maracuyá”, “parcha”, “chinola”.

4 La madurez de las frutas de la pasión puede medirse visualmente a partir de su coloración externa y confirmada al examinar el contenido de sólidos solubles totales, acidez titulable.

#### **2. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD**

##### **2.1 Requisitos Mínimos**

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, las frutas de la pasión deberán:

- estar enteras;
- presentar una apariencia fresca;
- ser de consistencia firme;
- estar sanas, y exentas de podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptas para el consumo;
- estar limpias y exentas de cualquier materia extraña visible;
- estar prácticamente exentas de plagas y daños causados por ellas, que afecten al aspecto general del producto;
- estar exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- estar exentas de cualquier olor y/o sabor extraños;
- estar dotadas de un tallo/pedúnculo. Para la granadilla<sup>1</sup>, el pedúnculo deberá llegar hasta el primer nudo;
- exentas de hundimientos – se aplica a la granadilla<sup>1</sup>;
- exentas de grietas.

## **Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá**

Las frutas de la pasión deberán haber alcanzado un grado apropiado de desarrollo y madurez<sup>4</sup>, de conformidad con los criterios propios de la variedad y la zona en que se producen.

El desarrollo y condición de las frutas de la pasión deberán ser tales que les permitan:

- soportar el transporte y la manipulación; y
- llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

### **2.2 Clasificación**

Las frutas de la pasión se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

#### **2.2.1 Categoría “Extra”**

Las frutas de la pasión de esta categoría deberán ser de calidad superior y características de la variedad. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

#### **2.2.2 Categoría I**

Las frutas de la pasión de esta categoría deberán ser de buena calidad y características de la variedad. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

- defectos leves de forma;
- defectos leves de la corteza como cicatrices. Estos defectos no deberán superar el 10% de la superficie total del fruto;
- defectos leves de coloración.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto. CODEX STAN 316-2014 3

#### **2.2.3 Categoría II**

Esta categoría comprende las frutas de la pasión que no califican para ser incluidas en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en la Sección 2.1. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos, siempre y cuando las frutas de la pasión conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- defectos de forma como una prolongación de la zona cercana al pedúnculo;
- defectos de la corteza como cicatrices o rugosidad. Estos defectos no deberán superar el 20% de la superficie total del fruto;
- defectos de coloración.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

### **3. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CLASIFICACIÓN POR CALIBRES**

Las frutas de la pasión se pueden clasificar por el diámetro, por conteo, por el peso o de conformidad con otras prácticas comerciales existentes. Cuando tal sea el caso, el envase deberá estar convenientemente etiquetado.

(A) Cuando se clasifican por conteo, el calibre se determina por el número de frutos en cada envase.

(B) Cuando se clasifican por diámetro, el calibre se determina por el diámetro de la sección ecuatorial del fruto. El siguiente cuadro sirve de guía y puede utilizarse de manera facultativa:

<b>Código de calibre</b>	<b>de Rango de diámetro (mm)</b>
A	> 78
B	> 67 - 78
C	> 56 - 67
D	≤ 56*



## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 10.2. Datos de Peso de la Maracuyá

Tabla 10.1 Datos de peso de la maracuyá en la prueba de laboratorio

Nº Maracuyá	PH	°brix	Peso (g)	Peso cascara (g)	Peso Pulpa y semilla(g)	Pulpa (g)	semilla(g)
1	3.78	10	180.00	89.50	79.00	38.71	40.29
2	3.50	11	175.00	92.80	67.20	32.93	34.27
3	3.50	11	185.00	89.90	65.10	31.90	33.20
4	3.50	11	185.00	93.96	68.04	33.34	34.70
5	3.64	13	178.00	80.04	57.96	28.40	29.56
6	3.64	13	190.00	80.62	58.38	28.61	29.77
7	3.64	13	174.00	81.20	58.80	28.81	29.99
8	3.64	13	176.00	80.62	58.38	28.61	29.77
<b>Total</b>			<b>1,443.00</b>	<b>688.64</b>	<b>512.86</b>	<b>251.30</b>	<b>261.56</b>
<b>Promedio</b>	<b>3.61</b>	<b>11.88</b>	<b>180.38</b>	<b>86.08</b>	<b>64.11</b>	<b>31.41</b>	<b>32.69</b>

Fuente: Elaboración Propia.

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 10.3. Cálculos del Dimensionamiento de los Equipos

- **Cálculos del diseño de una cinta transportadora**

A continuación se mostrará cómo realizar los cálculos necesarios para el diseño de una cinta transportadora, haciendo uso de las correspondientes tablas

#### **Datos iniciales de diseño.**

- A.** Material de transporte: **Maracuyá**
- B.** Longitud de la banda (L, en m): **40 m**
- C.** Inclinación de la cinta ( $\phi$  en  $^{\circ}$ ): **10 $^{\circ}$**
- D.** Altura alcanzada por la cinta, H: **7 m**
- E.** Ancho de banda disponible (B, en mm): **B: 400mm**
- F.** Velocidad de avance de la cinta (v, en m/s): **0.8 m/s**

#### **Cálculo del área de la sección transversal del material transportado**

La sección transversal (A) del material que simula a la sección real que forma el material se puede calcular sumando la sección trapezoidal y triangular de la figura anterior:

$$A = A_1 + A_2$$

Donde,

$$A_1 = 0,25 \tan (\beta) [l + (b - l) (\cos (\lambda))]^2$$

$$A_2 = l_1 \operatorname{sen} (\lambda) [l + l_1 (\cos (\lambda))]$$

Siendo,

$$b = 0,9 (B - 0,05)$$

$$l_1 = 0,5 (b - l)$$

Donde,

$\beta$  es el ángulo de sobrecarga ( $^{\circ}$ ) = 25 $^{\circ}$

$\lambda$  es el ángulo de artesa en que se disponen los rodillos ( $^{\circ}$ ) = 10 $^{\circ}$

l es la longitud de los rodillos (m) = 0.18 m

B es el ancho de banda de la cinta (m) = 0.4 m

Resolviendo:

$$b = 0,9 (0.4 \text{ m} - 0,05) = 0.315 \text{ m}$$

$$l_1 = 0,5 (0.315\text{m} - 0.18 \text{ m}) = 0.0675 \text{ m}$$

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$$A_1 = 0,25 \tan (25) [l + (b - l) (\cos (10))]^2$$

$$A_1 = 0,25 \tan (25) [0.18 \text{ m} + (0.315 \text{ m} - 0.18 \text{ m}) (\cos (10))]^2$$

$$A_1 = 0.11 [(0.315\text{m}) (0.98)]^2$$

$$A_1 = (0.11) (0.09 \text{ m})$$

$$A_1 = 0.0099 \text{ m}^2$$

$$A_2 = l_1 \text{ sen } (10) [l + l_1 (\cos (10))]$$

$$A_2 = (0.0675\text{m}) \text{ sen } (10) [0.18\text{m} + 0.0675\text{m} (\cos (10))]$$

$$A_2 = 0.01\text{m} [(0.24\text{m}) (0.98)]$$

$$A_2 = 0.01\text{m} (0.23\text{m})$$

$$A_2 = 0.0023\text{m}^2$$

$$A = A_1 + A_2$$

$$A = 0.0099 \text{ m}^2 + 0.0023\text{m}^2$$

$$A = 0.0122 \text{ m}^2$$

### **Capacidad volumétrica de transporte de una banda:**

$$Q_v = 3600 \cdot v \cdot A \cdot k$$

V: Velocidad de avance de la banda (m/s): **0.8 m/s**

A: Área transversal del material transportado por la banda (m<sup>2</sup>): **0.0122 m<sup>2</sup>**

k: Coeficiente de reducción de la capacidad de transporte de la cinta por su inclinación.

Si la cinta transportadora está inclinada, ya sea de forma ascendente o descendente, se le debe aplicar este factor de reducción del área transversal del material transportado.

Este coeficiente se puede calcular aplicando la siguiente expresión:

$$K = 1 - 1,64 \left( \frac{\varphi\pi}{180} \right)^2$$

Donde,

$\varphi$  es el ángulo de inclinación de la cinta (°): **10°**

Sustituyendo

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$$K = 1 - 1,64 \left( \frac{(10)(3.14)}{180} \right)^2$$

$$K = 1 - 1,64 \left( \frac{31.4}{180} \right)^2$$

$$K = 1 - 1,64(0.17)^2$$

$$K = 1 - 1,64 (0.02)$$

$$K = 1 - 0.03$$

$$K = 0.97$$

Por tanto

$$Q_v = 3600 (v) (A) (k)$$

$$Q_v = 3600 (0.8) (0.0122) (0.97)$$

$$Q_v = 34.08 \text{m}^3/\text{h}$$

Para el cálculo de la capacidad de transporte en masa ( $Q_m$ ) es necesario conocer el peso específico ( $\gamma$ ) del material transportado por la cinta.

$$Q_m = Q_v \cdot \gamma$$

$$Q_m = (34.08 \text{m}^3/\text{h}) (7.25 \text{Kg}/\text{m}^3)$$

$$Q_m = 247.08 \text{ Kg}/\text{h}$$

### **Potencia de la banda.**

La potencia total de accionamiento de una cinta transportadora resulta ser la suma de las tres potencias parciales que se enumeran a continuación:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$

### **Potencia necesaria para mover la cinta en vacío y cargada con desplazamiento horizontal de la cinta (P1)**

Para el cálculo de esta potencia se puede emplear la siguiente fórmula de cálculo:

$$P_1 = \frac{C_b v + Q_m}{C_l K_f}$$

Donde,

$C_b$  es el factor de anchura de la banda = **54**

$v$ : es la velocidad de avance de la banda (m/s) = **0.8 m/s**

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$Q_m$  es la capacidad de transporte en masa de la banda (Kg/h) = **247.08 Kg/h**

$C_l$  es el factor de longitud de la banda ( $m^{-1}$ ) = **192**

$K_f$  es el factor de servicio (-) = **1**

$$P1 = \frac{(54)(0.8) + 247.08}{(192) (1)}$$

$$P1 = 1.51 Kw$$

### **Potencia necesaria para elevar la carga hasta una cierta altura (P2)**

Para el cálculo de esta potencia se puede emplear la siguiente fórmula de cálculo:

$$P2 = \frac{H Q_m}{367}$$

Donde,

H: es la altura que alcanza la banda transportadora (m)

La altura (H) que alcanza el extremo de la cinta se calcula a partir de la longitud (L) de la cinta y su inclinación ( $\varphi$ ) mediante la expresión siguiente:

$$H = L \text{ sen } (\varphi)$$

$$H = 40m \text{ sen } (10)$$

$$H = 6.94 m$$

$Q_m$  es la capacidad de transporte en masa de la banda (Kg/h) = 247.08 Kg/h

$$P2 = \frac{H Q_m}{367}$$

$$P2 = \frac{(6.24)(247.08)}{367}$$

$$P2 = 4.67 Kw$$

### **Potencia necesaria para vencer rozamientos de elementos auxiliares, dispositivos de limpieza y guías (P3)**

Para el cálculo de esta potencia se puede emplear la siguiente fórmula de cálculo:

$$P3 = Pa + Pb + Pc$$

Donde,

Pa: es la potencia debida a los trippers (kW) = 0 (no ha instalados)

Pb: es la potencia debida a los dispositivos de limpieza (kW) = 0,3 (B) (v) = 0.09 KW

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

Pc: es la potencia debida a las guías y faldones instalados (kW) = 0,16 (v) (Lf) = 0.48 KW

Siendo Lf = 3,75 m la longitud de los faldones instalados.

$$P3 = Pa + Pb + Pc$$

$$P3 = 0 + 0.09 + 0.48$$

$$P3 = 0.57 \text{ Kw}$$

Por tanto:

La potencia total (P<sub>T</sub>) de accionamiento de una cinta transportadora

$$P_T = P1 + P2 + P3$$

$$P_T = 1.51\text{Kw} + 4.67\text{Kw} + 0.57 \text{ Kw}$$

$$P_T = 6.75 \text{ Kw}$$

- **Cálculos del diseño de una envasadora**

**Procedimiento de cálculo de los parámetros de diseño de una envasadora.**

**Capacidad.**

C= producción anual\*producción de bolsas de 500g

$$C=325,679 \frac{\text{kg}}{\text{año}} *2 \frac{\text{bolsas}}{\text{kg}}$$

$$C= 651,357 \text{ bolsas/año}$$

Para determinar el tiempo que se labora en el envasado se tomó en cuenta los días festivos, ya que no se laborara los sábados y domingos

días laborables = días del año - sábados - domingos - días festivos

$$\text{días laborables} = 365 - 52 - 52 - 21$$

$$\text{días laborables} = 240 \text{ días/año}$$

La cantidad de bolsas que se producirán diarios será:

$$\text{bolsas diarios} = \frac{651,357}{240}$$

$$\text{bolsas diarios} = 2713.99$$

La planta trabajara 8 horas diarias por tanto la cantidad de bolsas diarios por hora será:

$$\text{bolsas diarios por hora} = \frac{\text{cantidad de bolsas diarios}}{\text{horas laborables diarias}}$$

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

$$\text{bolsas diarios por hora} = \frac{2713.99}{8}$$

$$\text{bolsas diarios por hora} = 339.25$$

Tiempo de ciclo.

En cada ciclo se llenaran 1 bolsa a la vez

$$T = \frac{60 \text{ segundos}}{\# \text{ de ciclos}}$$

$$T = \frac{60 \text{ segundos}}{5 \text{ de ciclos}} = 12 \text{ seg/ciclo}$$

bolsas por minuto = (# de bolsas a llenar )(ciclos)

$$\text{bolsas por minuto} = (1)(5) = 5$$

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 10.4. Resumen de cálculo de la conductividad térmica y densidad de la pulpa de maracuyá

Tabla 10.1. Resumen de cálculos de k y  $\rho$  para la pulpa de maracuyá

Material	Fracción másica(X)	k	P	X/ $\rho$	V <sub>i</sub>	V <sub>i</sub> * k
Agua	0.070	0.532	995.614	7.03E-05	0.070	0.037
Carbohidratos	0.160	0.171	1565.309	1.02E-04	0.101	0.017
Hielo	0.770	2.385	919.504	8.37E-04	0.829	1.977
$\Sigma$	1.000			1.01E-03	1.000	2.032



## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 10.5. Cálculo de la Predicción del tiempo de congelado

#### **Pulpa de Maracuyá**

$$T_{fm} = 1.8 + 0.263T_c + 0.105T_a$$

$$T_{fm} = 1.8 + 0.263(-20) + 0.105(-35)$$

$$T_{fm} = -7.135 \text{ °C}$$

$$\Delta H_1 = \rho_u C_u (T_i - T_{fm})$$

$$\Delta H_1 = 1049 * 3652.67 * (24.1 - (-7.135)) = 57992003 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

$$\Delta H_2 = \rho_f [L_f + C_f (T_{fm} - T_c)]$$

$$\Delta H_2 = 990.17 [280894 + 1893.29 (-7.135 - (-20))] = 302\,249\,193 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

$$\Delta T_1 = \left( \frac{T_i + T_{fm}}{2} \right) - T_a$$

$$\Delta T_1 = \left( \frac{24.1 + (-7.135)}{2} \right) - (-35) = 35.43$$

$$\Delta T_2 = T_{fm} - T_a$$

$$\Delta T_2 = (-7.135) - (-35) = 27.87$$

$$N_{Bi} = \frac{hd_c}{k} = \frac{10(0.01025)}{2.032} = 0.05$$

$$E_f = G_1 + G_2E_1 + G_2E_2 = 1.23$$

Reemplazando los cálculos anteriores en la ecuación de pham:

$$T = \frac{d_c}{E_f h} \left[ \frac{\Delta H_1}{\Delta T_1} + \frac{\Delta H_2}{\Delta T_2} \right] \left( 1 + \frac{N_{Bi}}{2} \right)$$

$$T = \frac{\left( \frac{0.01025}{2} \right)}{1.23 * 10} \left[ \frac{57\,992\,003}{35.43} + \frac{302\,249\,193}{27.865} \right] \left( 1 + \frac{0.05}{2} \right) = 5333.68 \text{ segundos}$$

1.48 Horas

# Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

## 10.6. Catalogo técnico Taver para cámaras de refrigeración

### PANELES INSTACLACK

Espesor panel (mm)	40	50	60	70	80	100	120	155	180	200	240	
Peso (Kg/m <sup>2</sup> )	9,47	9,88	10,29	10,70	11,11	11,93	12,75	14,19	15,21	16,03	17,67	Kg/m <sup>2</sup>
Transmitancia Termica U (W/m <sup>2</sup> K)	0,57	0,45	0,38	0,32	0,28	0,23	0,19	0,15	0,13	0,11	0,09	W/m <sup>2</sup> K
Reacción al fuego:	B-s1, d0 ; B-s3, d0											
Espesor de chapa*:	0,6/0,6 mm											

\* Otros espesores de chapa bajo pedido

MODULACIÓN STANDARD												
Espesor (mm)	40	50	60	70	80	100	120	155	180	200	240	
Modulación STANDARD en ANCHO (mm)			1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140
	930	930	930	930		930		760				
	870	870	870	870		870		380				
	760	760	760	760		760						
	380	380	380	380		380						

Largo PANEL	
Ancho 1140 mm	- Largo máximo 12.940 mm.
Ancho 930 mm Ancho 870 mm	- Largo máximo 5.000 mm.
Ancho 760 mm Ancho 380 mm	- Largo máximo 4.240 mm.

**CADA PEDIDO GENERA UNAS NECESIDADES DE PANEL QUE SE FABRICAN A MEDIDA PARA CADA CLIENTE.**

**PANELES SIN CORTES NI RETALLES.**



En función de la zona climática, de las necesidades y del uso, este gráfico puede variar.

### CUADRO DE CARGAS

DOS APOYOS	Sobrecarga admisible (Kg./m <sup>2</sup> )										
	LUCES (L)										
ESPESOR	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	
40	185	110	65								
50	190	120	85	50							
60	195	125	90	60	40	30					
70	200	160	120	90	70	55	45	30			
80	225	180	130	95	80	70	55	35			
100	300	210	170	140	110	90	75	60			
120	350	280	220	180	140	110	90	75			
155		410	300	230	200	150	120	100	90	70	
180			330	280	220	180	150	120	105	85	
200			350	300	240	200	170	140	120	100	
240			375	325	260	220	185	150	125	105	

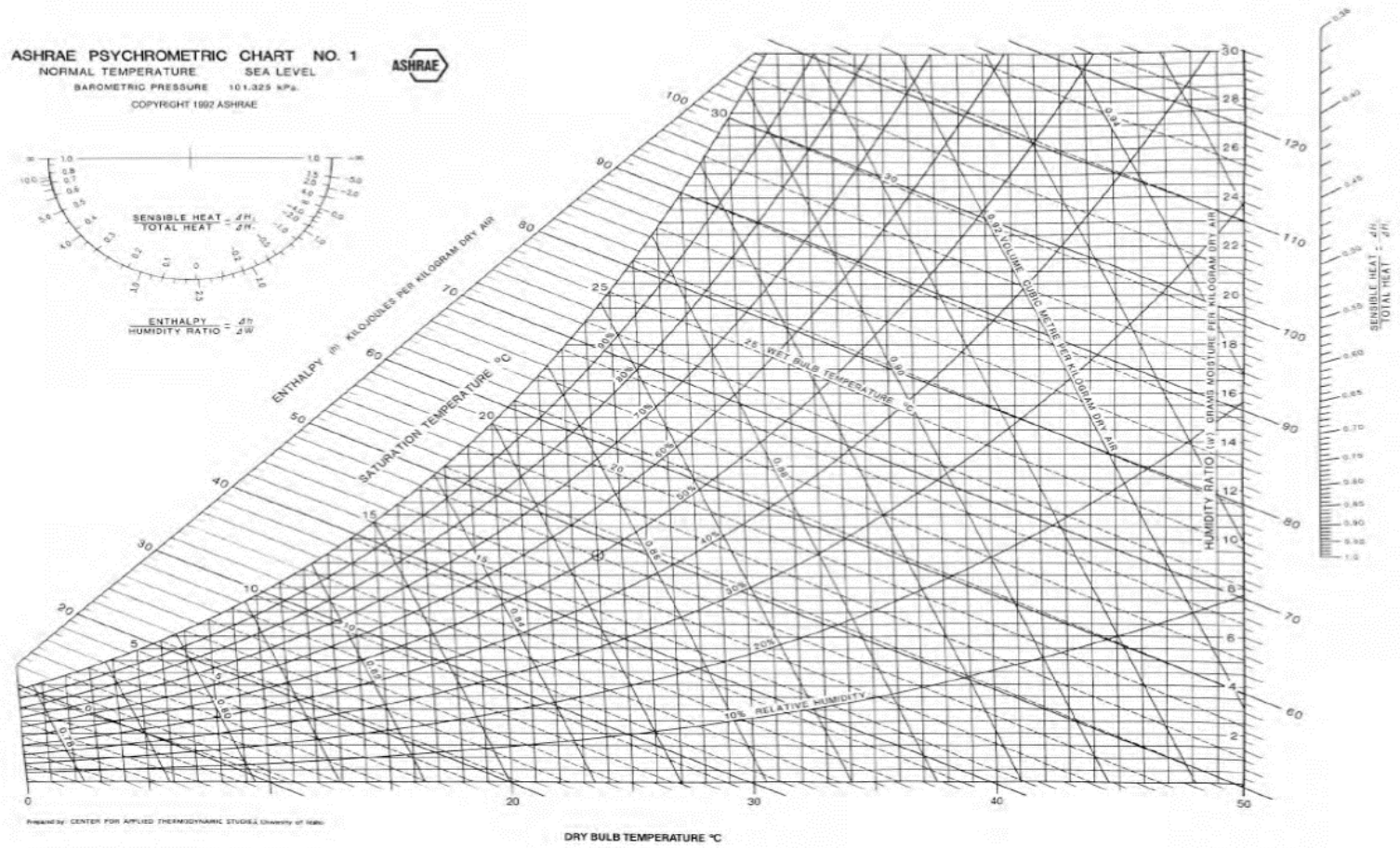
## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

### 10.7. Propiedades del aire seco a presión atmosférico

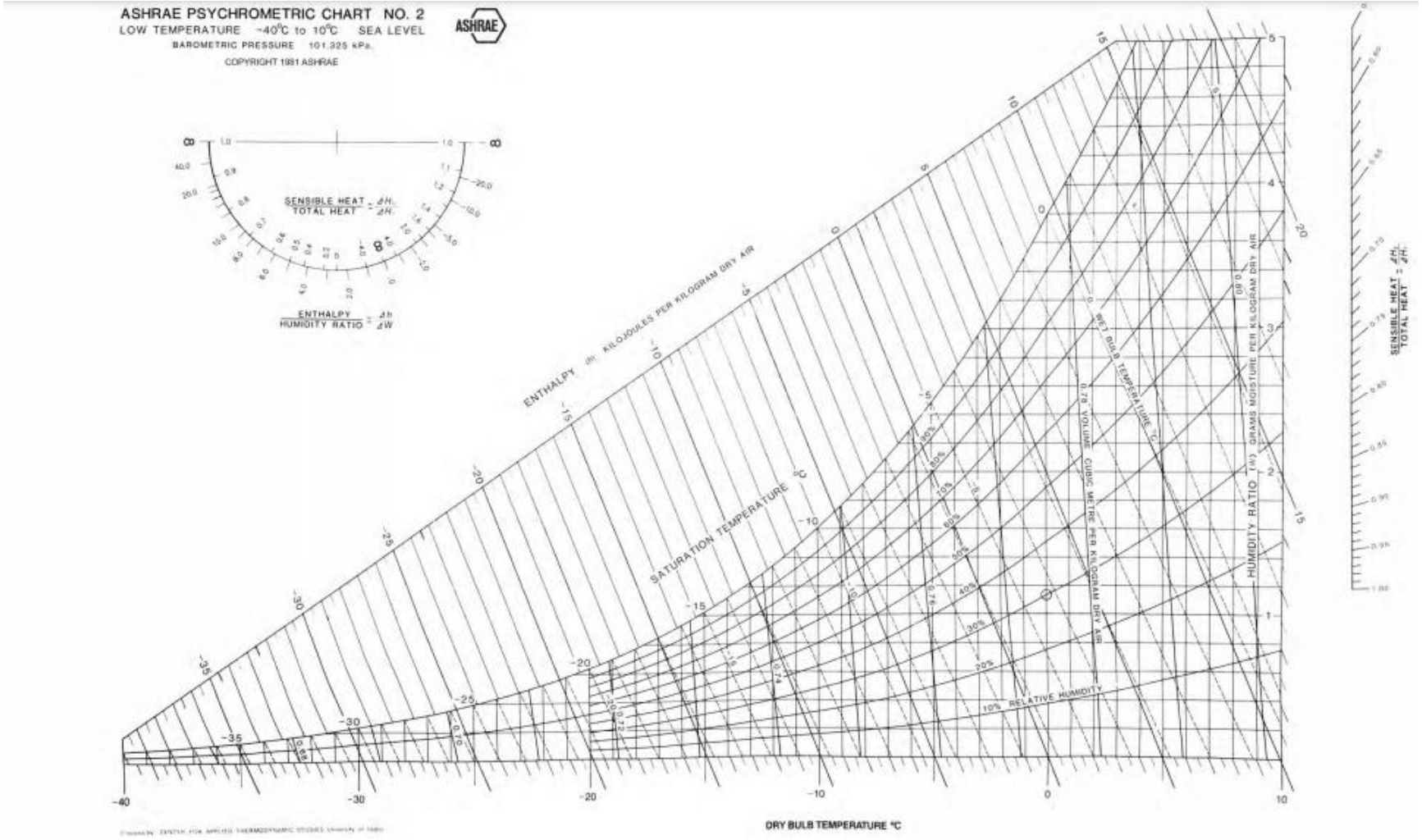
**Tabla 4.4.1: Propiedades del aire seco a presión atmosférica**

T (°C)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$C_p$ (kJ/kg·K)	$\mu \cdot 10^6$ (N·s/m <sup>2</sup> )	$\nu \cdot 10^6$ (m <sup>2</sup> /s)	$k \cdot 10^3$ (W/m·K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m <sup>2</sup> /s)	Pr
-150	2.867	0.9825	8.636	3.013	11.71	4.157	0.7246
-100	2.039	0.9656	11.9	5.835	15.82	8.034	0.7263
-90	1.927	0.9753	12.49	6.482	16.62	8.842	0.733
-80	1.828	0.9835	13.07	7.153	17.42	9.692	0.7381
-70	1.738	0.9901	13.64	7.85	18.22	10.59	0.7414
-60	1.656	0.9952	14.2	8.572	19.01	11.53	0.7433
-50	1.582	0.999	14.74	9.317	19.79	12.52	0.744
-40	1.514	1.002	15.27	10.08	20.57	13.56	0.7436
-30	1.452	1.004	15.79	10.88	21.34	14.65	0.7425
-20	1.394	1.005	16.3	11.69	22.11	15.78	0.7408
-10	1.341	1.006	16.8	12.52	22.88	16.96	0.7387
0	1.292	1.006	17.29	13.38	23.64	18.17	0.7362
5	1.269	1.006	17.54	13.82	24.01	18.8	0.735
10	1.247	1.006	17.78	14.26	24.39	19.44	0.7336
15	1.225	1.007	18.02	14.71	24.76	20.08	0.7323
20	1.204	1.007	18.25	15.16	25.14	20.74	0.7309
25	1.184	1.007	18.49	15.61	25.51	21.4	0.7296
30	1.164	1.007	18.72	16.08	25.88	22.08	0.7282
35	1.146	1.007	18.95	16.54	26.25	22.76	0.7268
40	1.117	1.007	19.18	17.02	26.62	23.45	0.7255
45	1.11	1.007	19.41	17.49	26.99	24.16	0.7241
50	1.092	1.007	19.63	17.97	27.35	24.87	0.7228
55	1.076	1.007	19.86	18.46	27.72	25.59	0.7215
60	1.06	1.007	20.08	18.95	28.08	26.31	0.7202
65	1.044	1.007	20.3	19.45	28.45	27.05	0.719
70	1.029	1.007	20.52	19.95	28.81	27.79	0.7177
75	1.014	1.008	20.74	20.45	29.17	28.55	0.7166
80	0.9996	1.008	20.96	20.97	29.53	29.31	0.7154
85	0.9857	1.008	21.17	21.48	29.88	30.07	0.7143
90	0.9721	1.008	21.39	22	30.24	30.85	0.7132
95	0.9589	1.009	21.6	22.52	30.6	31.63	0.7121
100	0.946	1.009	21.81	23.05	30.95	32.42	0.7111
110	0.9213	1.01	22.23	24.12	31.65	34.02	0.7092
120	0.8979	1.011	22.64	25.21	32.35	35.64	0.7073
130	0.8756	1.012	23.05	26.32	33.05	37.3	0.7057
140	0.8544	1.013	23.45	27.44	33.74	38.98	0.7041
150	0.8343	1.014	23.85	28.59	34.43	40.68	0.7027
160	0.815	1.016	24.24	29.74	35.11	42.4	0.7014
170	0.7966	1.017	24.63	30.92	35.79	44.15	0.7003
180	0.779	1.019	25.01	32.11	36.46	45.92	0.6992
190	0.7622	1.021	25.39	33.32	37.13	47.71	0.6983
200	0.7461	1.023	25.77	34.54	37.79	49.53	0.6974
210	0.7306	1.025	26.14	35.78	38.45	51.36	0.6967
220	0.7158	1.027	26.51	37.04	39.1	53.21	0.696
230	0.7016	1.029	26.88	38.31	39.75	55.08	0.6955
240	0.6879	1.031	27.24	39.6	40.4	56.97	0.695
250	0.6748	1.033	27.6	40.9	41.04	58.88	0.6946
260	0.6621	1.035	27.95	42.22	41.67	60.81	0.6942
270	0.6499	1.037	28.3	43.55	42.31	62.75	0.694
280	0.6382	1.04	28.65	44.9	42.93	64.72	0.6938
290	0.6269	1.042	29	46.26	43.56	66.69	0.6936
300	0.6159	1.044	29.34	47.64	44.18	68.69	0.6935

## 10.8. Cartas Psicométricas



# Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá



## 10.9. Cálculos de Costos de Producción

- **Capital Fijo Total**

La inversión en equipos y auxiliares para el proceso productivo es la siguiente:

**Tabla 10.3. Inversión y equipos auxiliares para el proceso productivo**

<b>Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Observación</b>
Balanza industrial	1	\$500.00	Equipo internacional no requiere instalación
Transportadora de Rodillos Metálicos	1	\$1,000.00	Equipo internacional. Requiere instalación.
Tanque de Pre-lavado	1	\$6,500.00	Equipo internacional. No requiere instalación.
Despulpador	1	\$6,800.00	Equipo internacional no requiere instalación
Envasadora	1	\$1,500.00	Equipo internacional. No requiere instalación.
Congelador	1	\$5,000.00	Equipo internacional Requiere instalación
Total (\$)	6	\$21,300.00	

De acuerdo con lo anterior, el proceso requiere un total de 5 equipos y auxiliares para su adecuada operación, esto equivale a U\$ 21,300

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

- **Inversión Fija Total**

En la siguiente tabla se presenta la inversión fija total.

**Tabla 10.4 Inversión fija total**

Concepto	Porcentaje Estimado	Costo Estimado (U\$)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>		
<b>Costo Equipos y Auxiliares</b>	100%	21,300.00
<b>Costo CIF</b>	10%	2,130.00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>23,430.00</b>
<b>Costo Instalación</b>	47%	11,012.10
<b>Costo Instrumentos y Control</b>	36%	8,434.80
<b>Costo Tubería y Accesorios</b>	68%	15,932.40
<b>Costo Instalación Eléctrica</b>	11%	2,577.30
<b>Costo Edificios</b>	18%	4,217.40
<b>Costo Mejoras del Terreno</b>	10%	2,343.00
<b>Costo Servicio</b>	70%	1 6,401.00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>		<b>84,348.00</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>Costo Ingeniería y Supervisión</b>	33%	7,731.90
<b>Costo Construcción</b>	41%	9,606.30
<b>Costo Seguros e Impuestos de Construcción</b>	3%	702.90
<b>Costo Honorarios de los Contratistas</b>	22%	5,154.60
<b>Gastos Imprevistos</b>	44%	10,309.20
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>		<b>33,504.90</b>
<b>INVERSIÓN DE CAPITAL FIJO (U\$)</b>		<b>117,852.90</b>

Se estima una inversión de capital fijo de 117,852.90

## Diseño de una Planta Semi-industrial de Pulpa Congelada de Maracuyá

- **Costo de Materia Prima e Insumos**

El costo de materia prima e insumos, se presentan a continuación:

**Tabla 10.5 costos de materia prima e insumos**

<b>Concepto</b>	<b>Precio</b>	<b>Unidad</b>	<b>Observación</b>
<b>Maracuyá</b>	0.14	U\$/maracuyá	Mercado
<b>Bolsas polipropileno 500 gr</b>	0.16	U\$/unid	Plásticos de Nicaragua

<b>Concepto</b>	<b>Consumo Anual</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Anual (U\$)</b>
Maracuyá	8,554,054	maracuyá/año	1,197,567.57
Bolsas 500 g	651,357.00	unid/año	104,217.12
<b>TOTAL</b>			<b>1,301,784.69</b>

Se estima un costo total anual en materia prima e insumos de U\$ 1, 301,784.69




- **Costo de Mano de Obra y Beneficios Sociales**

En la tabla se presentan los costos relacionados a mano de obra y beneficios sociales según la ley.

**Tabla 10.6. Costos de Mano de Obra y beneficios sociales**

<b>Personal</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Salario Bruto Mensual (U\$)</b>	<b>Salario Bruto Anual (U\$)</b>	<b>INSS + INATEC (21.5% + 2%)</b>	<b>Aguinaldo</b>	<b>Costo Total Anual (U\$)</b>
Jefe de Producción	1	550.00	6,600.00	1,551.00	550.00	8,701.00
Supervisor de Producción	1	400.00	4,800.00	1,128.00	400.00	6,328.00
<b>Subtotal MOI</b>	<b>2</b>	<b>950.00</b>	<b>11,400.00</b>	<b>2,679.00</b>	<b>950.00</b>	<b>15,029.00</b>
Operarios de producción	19	3,990.00	47,880.00	11,251.80	3,990.00	63,121.80
Responsable de Mantenimiento	1	300.00	3,600.00	846.00	300.00	4,746.00
<b>Subtotal MOD</b>	<b>20</b>	<b>4,290.00</b>	<b>51,480.00</b>	<b>12,097.80</b>	<b>4,290.00</b>	<b>67,867.80</b>
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>5,240.00</b>	<b>62,880.00</b>	<b>14,776.80</b>	<b>5,240.00</b>	<b>82,896.80</b>

## 10.10. Ficha técnica de pulpa de Maracuyá congelada

	<b>FICHA TÉCNICA PULPA DE MARACUYÁ CONGELADO</b>	Versión: <b>1</b>
		Vigencia: <b>desde 12/04/18</b>
		Página: <b>1/2</b>

<b>Producto</b>	PULPA DE MARACUYÁ CONGELADO	
<b>Marca Comercial</b>	TOKEFRUT	
<b>Registro Sanitario</b>	N6902818N - NAKRSA	
<b>Descripción del Producto</b>	Líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de la maracuyá amarilla manteniendo sus características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales esenciales.	
<b>Origen de la materia prima</b>	Valles agrícolas del territorio peruano.	
<b>Composición</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Composición en 100 g de alimento</b>
	Energía (Kcal)	67
	Agua (g)	82,3
	Proteínas (g)	0,9
	Grasa total (g)	0,1
	Carbohidratos totales (g)	16,1
	Ceniza (g)	0,6
	Calcio (mg)	13
	Fosforo (mg)	30
	Zinc (mg)	0,06
	Hierro (mg)	3,00
	Vitamina A equivalentes totales (µg)	121,0
	Vitamina C (mg)	22,00
	Benzoato de sodio	0,2 g/kg
Sorbato de potasio	0,2 g/kg	
	<b>Imagen referencial</b>	
		
<b>Características</b>	<b>Características físicas</b>	
	Aspecto	Semi viscoso
	Color	Amarillo oscuro
	Olor	Característico a Maracuyá
	Sabor	Característico a Maracuyá
	<b>Características microbiológicas</b>	
	<b>Agentes microbianos</b>	
		<b>Límite</b>
	Aerobios mesófilos	10 <sup>4</sup>
	Nº de E Coli	10
	Detección de Salmonella	Ausencia/25g
	<b>Características físico – químicas</b>	
	pH	2,60 – 3,20
Acidez (g/ 100 mL expresado como ácido cítrico anhidro)	3,70 - 5,50	
*Brix	12,00 – 15,0	
<b>Presentación Comercial</b>	Sellados herméticamente en presentaciones de 0,200Kg, 0,500Kg, 1Kg, 3Kg, 5Kg.	
<b>Envase</b>	Bolsas flexibles de barrera de nylon y polietileno.	
<b>Empaque</b>	Cajas corrugadas parafinadas.	
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	En congelación: -18 °C a menos. En conservación: 0-4°C. Evitar almacenar junto a otros productos que pueden afectar sus características organolépticas.	
<b>Vida Útil</b>	En congelación: 12 meses. En conservación: 5 días.	
<b>Rotulado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca: Tokefruit</li> <li>- Nombre del alimento: Pulpa de maracuyá</li> <li>- Ingredientes: Maracuyá</li> <li>- Contenido neto: 0,200 Kg – 5,000 Kg</li> <li>- Razón Social:</li> </ul>	

| TELF.: 356 2803 | www.karfruit.com.pe | ventas@karfruit.com.pe | Skype: KarFruit  
 Dirección: Calle Philadelphia Mz H Lt. 6,7  
 Urb. Gloria Grande - Ate

