

# **INTRODUCCIÓN**

### **Antecedentes**

El proyecto pretende brindar a la región un aporte al desarrollo de la agroindustria en el departamento más así contribuir a la industria local para el fortalecimiento del mercado del mismo. La instalación y el funcionamiento del proceso para la extracción de aceite esencial de naranja dulce en APROCA/ECOFRUT, es con el objeto de ofrecer al mercado local y nacional productos de calidad y precios competitivos durante todo el año, y sustituir de esta forma la oferta de productos del interior del país e importados.

El departamento de Tarija es un productor de cítricos (naranja, limón, lima, pomelo, etc.) sin embargo el abastecimiento de estos se realiza en una determinada época del año (cosecha) por lo que se hace una necesidad prioritaria su industrialización para contar con los beneficios nutricionales que brindan los cítricos, sobre todo por el contenido de vitamina C, componente importante en la dieta alimenticia de niños y adultos.

La obtención del aceite esencial de naranja es una forma de recuperar y revalorizar en parte los residuos producidos durante el proceso de extracción del jugo, coadyuvando en cierto grado en evitar la contaminación ambiental, proliferación de microorganismos patógenos y la producción de malos olores por la misma.

En el desglose del presente proyecto, indicaremos y describiremos tanto a las materias primas, como a los diferentes insumos que posiblemente sean requeridos para su transformación industrial del aceite esencial de naranja.

La descripción de las materias primas, en este caso cítricos frescos, permite identificar a las variedades de mayor rendimiento industrial, así como a las partes del fruto sujetos a transformación industrial.

En la actualidad nuestro país no cuenta con industrias dedicadas a la producción de aceites esenciales, por lo que la misma es importada a costos considerablemente elevados, como se indica en el siguiente cuadro:

**TABLA 1-1. PAÍSES EXPORTADORES DE ACEITE ESENCIAL A BOLIVIA****Unidad:** Miles de dólar americano (U\$S)

| Exportadores    | Valor<br>importado<br>en 2020 (\$) | Valor<br>importado<br>en 2021 (\$) | Valor<br>importado<br>en 2022 (\$) | Valor<br>importado<br>en 2023 (\$) | Valor<br>importado<br>en 2024 (\$) |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Mundo           | 126.735                            | 138.276                            | 134.373                            | 129.239                            | 136.203                            |
| Perú            | 24.936                             | 26.874                             | 26.221                             | 27.675                             | 27.147                             |
| Colombia        | 13.090                             | 15.898                             | 16.385                             | 16.813                             | 23.808                             |
| Argentina       | 26.294                             | 26.616                             | 23.888                             | 20.116                             | 22.356                             |
| México          | 18.679                             | 21.857                             | 21.551                             | 17.127                             | 17.325                             |
| Brasil          | 15.603                             | 13.750                             | 15.543                             | 14.488                             | 15.715                             |
| Chile           | 8.254                              | 10.375                             | 10.107                             | 10.487                             | 11.230                             |
| EE. UU.         | 2.976                              | 4.593                              | 3.903                              | 5.243                              | 4.153                              |
| España          | 2.336                              | 2.484                              | 2.692                              | 2.683                              | 2.732                              |
| Francia         | 5.383                              | 6.397                              | 5.261                              | 4.362                              | 2.347                              |
| Uruguay         | 2.117                              | 2.534                              | 2.039                              | 2.289                              | 1.093                              |
| Italia          | 937                                | 1.001                              | 753                                | 1.236                              | 924                                |
| Paraguay        | 222                                | 186                                | 215                                | 224                                | 791                                |
| Ecuador         | 1.740                              | 1.483                              | 694                                | 684                                | 513                                |
| Canadá          | 88                                 | 93                                 | 131                                | 206                                | 352                                |
| Reino Unido     | 282                                | 377                                | 258                                | 406                                | 241                                |
| India           | 71                                 | 115                                | 94                                 | 92                                 | 165                                |
| Suiza           | 191                                | 159                                | 156                                | 136                                | 117                                |
| República Checa | 121                                | 120                                | 93                                 | 71                                 | 111                                |
| Países Bajos    | 0                                  | 53                                 | 6                                  | 14                                 | 21                                 |

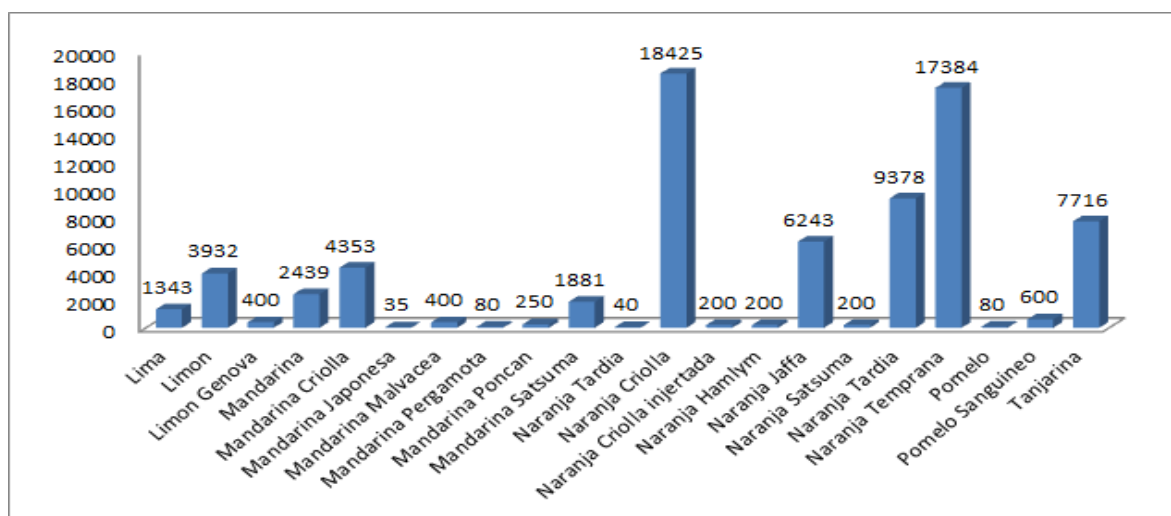
**Fuente:** Cálculos del CCI basados en estadísticas de *Asociación Latinoamericana de Integración* (ALADI-TRADE MAP, 2024)

El presente proceso de extracción permitirá disminuir las importaciones, ya que se producirá aceite esencial en la industria boliviana dándose importancia a la producción regional del departamento de Tarija. Por eso este proyecto a implementar, será un incentivo, para los agricultores en la plantación de naranja, lo que permitirá aumentar los ingresos del sector agropecuario. Además, que la producción de naranja a nivel

nacional y a nivel departamental genera gran cantidad de desechos que contaminan el medio ambiente y que podrían ser aprovechados para la elaboración de aceite esencial de la cascara de naranja dándole un buen uso.

Es así que el departamento de Tarija es un productor frutícola que produce diferentes variedades de naranja, donde APROCA tiene las diferentes variedades de cítricos por lo pronto:

**FIGURA 1-1. PAÍSES EXPORTADORES DE ACEITE ESENCIAL A BOLIVIA**



**Fuente:** Aproca/Ecofrut

Lo que constituye una fuente generadora de recursos para la inversión, coadyuvando de esta forma al desarrollo de la región. Las provincias Arce, Gran Chaco y O'Connor son las zonas más conocidas de producción de naranja en el departamento, contando con una producción aproximada según la Cámara Agropecuaria de Tarija 2021, de 2876 hectáreas con un rendimiento de 1500 centenas por hectárea, siendo las provincias productoras de:

- Provincia Arce con 2096 ha
- Provincia O'Connor con 220 ha
- Provincia Gran Chaco con 560 ha

Existiendo diferentes variedades tanto de producción temprana, intermedia y tardía y otros, cubriendo una época de cosecha desde el mes de mayo a octubre.

En Bolivia se tienen potencialidades de territorio para la plantación de naranja y otros cítricos que no están siendo aprovechados por falta de incentivos gubernamentales y de políticas económicas necesarias para la producción e industrialización.

### **Justificación**

#### **Justificación económica**

La disponibilidad de materia prima y los métodos y técnicas necesarias para aportar con un proceso que procese las cáscaras de la especie en estudio son de bajo costo y de poco riesgo, lo que también ayuda a su desarrollo.

En sí la obtención de aceite esencial de cáscara de naranja resulta beneficioso y a un costo accesible para el proceso de la planta misma “APROCA/ECOFRUT” que está instalada en el departamento de Tarija (carretera al Chaco km 12, Zona el portillo) , la cual tiene una capacidad a procesar de 4000kg/h, de lo cual se obtendrá 2000L/h de jugo de naranja y otros cítricos donde la cantidad de residuo (cascara) generada aproximadamente por lo pronto es 1190kg/h, lo cual los costos de materia prima y otros serán mínimos ya que será generada por la misma.

#### **Justificación tecnológica**

En el ámbito tecnológico existe la disponibilidad de tecnología requerida, para la producción de aceite esencial de cascara de naranja, el proceso a realizar es de bajo costo y no es muy complejo para la instalación, además que es limpio y no contamina el aceite esencial.

#### **Justificación ambiental**

El aporte a la protección del medio ambiente es relevante en este trabajo puesto que contribuirá a la liberación de la ciudad de Tarija de un problema generado por la misma planta y trayendo consigo alternativas accesibles que también aportan a elevar la calidad de vida a quienes utilicen el producto terminado del presente proyecto.

Además, se contribuirá con el desecho de la destilación un bio abono para los suelos de las mismas plantas frutícolas intentando obtener un ciclo de productos aprovechados en general. Con esto se ayudaría a tener cultivos sanos y por más tiempo ya que no afectaría al desgaste de las plantas como actualmente lo hace el abono químico con las tierras.

### **Justificación social**

Con este trabajo de pre factibilidad se aportará información y conocimientos para la universidad y la empresa misma que implementará un proceso beneficioso para la sociedad tanto interna como externa, los cuales le darán un uso adecuado y provechoso.

### **Justificación personal**

Con este trabajo se pretende ganar experiencia y conocimiento sobre el diseño de un proceso para la extracción y propiedades del aceite esencial de cáscara de naranja, así también poder realizar el trabajo de grado para poder terminar la formación profesional

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar un proceso para la extracción de aceite esencial a partir de la cáscara de naranja para la fábrica “APROCA/ECOFRUT”.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un estudio de mercado para la elaboración de aceite esencial.
- Determinar el tamaño del proyecto.
- Determinar y seleccionar el proceso para la obtención del aceite esencial de cascara de naranja.
- Realizar el balance de materia, energía para el proceso y los equipos de la planta.
- Diseñar y dimensionar los equipos más importantes para el proceso.
- Determinar los costos de inversión y producción.
- Realizar la evaluación económica, financiera del proyecto.

### **Planteamiento del problema**

La producción de naranja tiene una gran importancia en el sector del Departamento de Tarija, este fruto es utilizado para la producción de jugo de naranja. Los desechos que existen de la naranja (cáscara) para la obtención de los subproductos que son el jugo de la misma, no son tratados para una utilidad. En nuestra ciudad la cáscara de naranja es desechada por los vendedores de jugos cítricos, como así pequeños emprendedores de concentrados de naranja todos los días que al final del día llega a convertirse en basura y un foco de infecciones por sus propiedades botánicas conocidas. De aquí surge la idea de implementar un proceso adecuado y rentable para tratar dicha materia desechada y obtener un subproducto como el aceite esencial para diferentes usos tales como alimenticios o farmacéuticos, entre otros.

Para este propósito se implementará un proceso para la obtención del producto aceite esencial de naranja por medio de la destilación por arrastre de vapor. También ver la factibilidad del proyecto y en un futuro plantear con mayor seguridad la industrialización del aceite esencial de naranja con mayor extensión en todo el país y así disminuir las importaciones dando lugar al producto nacional.

Además de utilizar la cáscara para el aceite esencial, se pretende utilizar el desecho que existe de esta destilación y poder obtener de este un subproducto bio abono. El bio abono es un subproducto importante en este proyecto, respondería a la problemática que desde hace muchos años el productor campesino tuvo la necesidad de obtener productos en cantidades grandes, pero a costa del desgaste de sus tierras de producción por el uso de abono químico. Si se utilizara el bio abono se lograría ver un mayor rendimiento, disponer de mayor tiempo la fertilidad y no se producirían erosiones que perjudicarían al cultivo, ya que con el abono químico se desgasta con mayor rapidez la superficie cultivable de la tierra.

Considerando lo expuesto anteriormente, este trabajo tiene como propósito principal proponer la implementación de un proceso optimizado en la planta existente de APROCA/ECOFRUT, orientado a la obtención de aceite esencial a partir de la cáscara

de naranja (*Citrus sinensis*) y la generación de un subproducto aprovechable como bioabono, mediante el método de destilación por arrastre de vapor.



# **CAPÍTULO I. ESTUDIO DE MERCADO**

## **1.1 Generalidades**

Diversas instituciones han prestado atención a la elaboración de productos naturales en el país, con variadas orientaciones respecto a las materias primas, usos y localización de las plantas industriales.

Dentro de esta gama de productos naturales se encuentran los aceites esenciales que tienen una creciente demanda en el mercado internacional y pueden proporcionar ingresos tanto a las industrias procesadoras como a los productores de la naranja.

La comercialización de aceites esenciales a nivel internacional es enorme y su consumo está orientado a la industria alimentaria y no alimentaría por poseer características funcionales que permiten obtener productos elaborados de alta calidad.

Hay diferentes países los cuales exportan y abastecen a su mercado, ya sea para la elaboración de jarabes, bebidas gaseosas, productos lácteos, etc.

En si los aceites esenciales como el de la naranja, generaran un desarrollo económico muy importante en el país que lo produzca como en otros países que la vieron como una alternativa de crecimiento para su sector industrial.

La elaboración de aceite esencial es tomada por rubros importantes en nuestro país, el primero para la elaboración de productos lácteos, bebidas gaseosas, jugos, jarabes, jabones, entre otros en el departamento de Tarija y el segundo para la elaboración de productos farmacéuticos y otros suplementos para la salud en el departamento de Cochabamba y Santa Cruz.

El estudio de mercado a realizar se concentra con las industrias que participan en la cadena de elaboración de productos a base de aceites esenciales u otros, como lo es el aceite esencial de cáscara de naranja que en este trabajo se denominan los actores o agentes.

La información recolectada sobre el mercado es económicamente factible y de carácter primario, aunque en algunos casos la información secundaria puede ser muy útil y contribuye al desarrollo del proyecto.

## **1.2 Características del mercado internacional**

El aceite esencial de agrios es un producto de demanda creciente en los últimos años y las exportaciones hacia los países que lo importan han ido aumentando cada vez, convirtiéndose en un producto potencial para cualquier economía, entre los principales aceites esenciales destaca el de limón, pomelo y como lo es el de naranja objetivo de estudio, el cual está teniendo mayor demanda por la tendencia del mercado hacia la utilización de productos de origen natural.

A nivel mundial el mercado de aceite esencial de limón y naranja está teniendo demanda creciente, se conoce que Argentina es el principal país que exporta seguido por EE.UU. e Italia, pero también nuestro país ocupa un lugar importante entre los países exportadores de aceite esencial de limón y naranja siendo su mercado objetivo Alemania y países bajos principalmente.

Los cítricos representan la mayor fuente de aceites esenciales en el mundo, estos son producidos en Estados Unidos, Brasil y México. El grupo de las mentas representa la segunda fuente de aceites esenciales, siendo producidas en EE.UU. China, India y Sur de América. Las fragancias con olor a limón, citronela, zacate de limón representan el tercer grupo. Las fuentes de estas fragancias son producidas principalmente en China, India, Indonesia y Taiwán en Asia.

Según datos del TRADEMAP en relación a las importaciones mundiales, para el 2024 acumularon un total de 4.125.513 US\$. De los cuales el principal importador fue EE.UU. que es el mayor demandante en la industria mundial, quien participa con el 42,5 % del total demandado, seguido de Francia con el 8.7 %, Alemania 8 %, Reino Unido 6 %, Países Bajos con el 5,2 %, India con el 4,9 %, China con el 3,7 %, Japón también es un importante demandante con el 3,2 %, Canadá con el 3 %, Suiza con el 2,8 %, España con el 2,6 %, , el resto de países tienen demandas inferiores al 2 % cada uno.

**TABLA 1-1. PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES DE ACEITES ESENCIALES A NIVEL INTERNACIONAL**

| <b>PAÍSES<br/>IMPORTADORES</b> | <b>VALOR<br/>(MILES<br/>DE USD)</b> | <b>VOLUMEN<br/>(t)</b> | <b>CRECIMIENTO<br/>DEL VALOR % -<br/>2024</b> | <b>PARTICIPACIÓN<br/>EN EL MUNDO<br/>(%)</b> |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Total del mundo                | 4.225.618                           | 166.081                | 421                                           | 83                                           |
| Estados Unidos de América      | 1.279.516                           | 71.610                 | 34                                            | 42,5                                         |
| Francia                        | 443.391                             | 9.681                  | 17                                            | 8,7                                          |
| Alemania                       | 415.443                             | 31.375                 | 18                                            | 8                                            |
| Reino Unido                    | 334.180                             | 13.843                 | 17                                            | 6                                            |
| Países Bajos                   | 290.454                             | 14.725                 | 37                                            | 5,2                                          |
| India                          | 272.228                             | 7.510                  | 28                                            | 4,9                                          |
| China                          | 204.229                             | 8.848                  | 8                                             | 3,7                                          |
| Japón                          | 179.666                             | 6.865                  | 3                                             | 3,2                                          |
| España                         | 147.426                             | 6.367                  | 18                                            | 2,6                                          |
| México                         | 104.116                             | 3.883                  | 5                                             | 1,9                                          |
| Brasil                         | 66.806                              | 2.357                  | 7                                             | 1,2                                          |
| Italia                         | 69.715                              | 3.593                  | 3                                             | 1,3                                          |
| Canadá                         | 169.845                             | 8.860                  | 30                                            | 3                                            |
| Suiza                          | 158.500                             | 4.560                  | 14                                            | 2,8                                          |

**Fuente:** Cálculos del ITC basados en estadísticas de UN COMTRADE e del ITC (TRADE MAP, 2024)

En el año 2024 los países del cuadro I-1, concentraron el 83% del valor total de las exportaciones. Estados Unidos se ha consolidado a través de los años como el principal importador y exportador de los aceites esenciales, sus principales destinos son México, Reino Unido y Japón, exportando principalmente aceites de las diferentes mentas y aceite de naranja.

**TABLA 1-2. PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES DE ACEITES ESENCIALES A NIVEL INTERNACIONAL**

| <b>Importadores</b> | <b>2020</b>                           | <b>2021</b>                           | <b>2022</b>                           | <b>2023</b>                           | <b>2024</b>                           |
|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|                     | <b>cantidad importada (Toneladas)</b> | <b>cantidad importada (Toneladas)</b> | <b>cantidad importada (Toneladas)</b> | <b>cantidad importada (Toneladas)</b> | <b>cantidad importada (Toneladas)</b> |
| Mundo               | 162.698                               | 158.755                               | 163.866                               | 156.528                               | 164.071                               |
| EE. UU.             | 45.964                                | 45.862                                | 48.528                                | 47.910                                | 51.614                                |
| Alemania            | 19.350                                | 21.281                                | 21.069                                | 20.881                                | 21.365                                |
| Países Bajos        | 12.350                                | 11.670                                | 13.342                                | 13.698                                | 14.725                                |
| Reino Unido         | 14.556                                | 15.849                                | 17.131                                | 13.663                                | 13.843                                |
| Francia             | 8.595                                 | 9.203                                 | 9.043                                 | 9.365                                 | 9.681                                 |
| Canadá              | 7.070                                 | 8.674                                 | 6.930                                 | 7.453                                 | 8.860                                 |
| China               | 14.109                                | 12.074                                | 11.462                                | 9.049                                 | 8.848                                 |
| India               | 7.259                                 | 6.133                                 | 6.307                                 | 7.984                                 | 7.510                                 |
| Japón               | 12.520                                | 8.314                                 | 7.929                                 | 5.900                                 | 6.865                                 |
| España              | 6.655                                 | 6.390                                 | 8.843                                 | 6.642                                 | 6.367                                 |
| Suiza               | 4.768                                 | 4.483                                 | 4.531                                 | 4.289                                 | 4.560                                 |
| México              | 4.038                                 | 3.429                                 | 3.543                                 | 3.729                                 | 3.883                                 |
| Italia              | 2.909                                 | 3.254                                 | 2.966                                 | 3.799                                 | 3.593                                 |
| Brasil              | 2.555                                 | 2.139                                 | 2.242                                 | 2.166                                 | 2.357                                 |

**Fuente:** Cálculos del ITC basados en estadísticas de UN COMTRADE e del ITC (TRADE MAP, 2024)

**TABLA 1-3. PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE ACEITES ESENCIALES A NIVEL INTERNACIONAL**

| <b>PAÍSES<br/>EXPORTADORES</b> | <b>VALOR<br/>(MILES<br/>DE USD)</b> | <b>VOLUMEN<br/>(t)</b> | <b>CRECIMIENTO<br/>DEL VALOR<br/>%-2024</b> | <b>PARTICIPACIÓN<br/>EN EL MUNDO<br/>(%)</b> |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Total del mundo                | 4.304.886                           | 210.004                | 244                                         | 76                                           |
| Estados Unidos de América      | 728.974                             | 38.320                 | 15                                          | 13                                           |
| Reino Unido                    | 272.915                             | 7.666                  | 24                                          | 4,9                                          |
| China                          | 354.559                             | 21.638                 | -16                                         | 6,3                                          |
| Argentina                      | 203.718                             | 6.717                  | 4                                           | 3,6                                          |
| Suiza                          | 57.264                              | 1.057                  | 7                                           | 1                                            |
| Francia                        | 471.376                             | 6.827                  | 27                                          | 7,7                                          |
| Canadá                         | 84.358                              | 3.261                  | 24                                          | 1,5                                          |
| Países Bajos                   | 212.181                             | 12.092                 | 30                                          | 3,8                                          |
| India                          | 786.269                             | 29.472                 | 29                                          | 14,1                                         |
| Alemania                       | 217.496                             | 7.299                  | 14                                          | 3,9                                          |
| España                         | 161.836                             | 6.381                  | 30                                          | 2,9                                          |
| Italia                         | 161.826                             | 5.196                  | 18                                          | 2,9                                          |
| México                         | 160.897                             | 10.284                 | 11                                          | 2,9                                          |
| Brasil                         | 431.217                             | 53.794                 | 27                                          | 7,7                                          |

**Fuente:** Cálculos del ITC basados en estadísticas de UN COMTRADE e del ITC (TRADE MAP, 2024)

El cuadro de exportadores mundiales de aceites esenciales está configurado por países que disponen de la materia prima que es el material vegetal originario del sector primario de los cuales se extrae el aceite.

**TABLA 1-4. PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE ACEITES  
ENSENCIALES A NIVEL INTERNACIONAL**

| Exportadores | 2020                                    | 2021                                    | 2022                                    | 2023                                    | 2024                                    |
|--------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
|              | cantidad<br>exportadores<br>(Toneladas) | cantidad<br>exportadores<br>(Toneladas) | cantidad<br>exportadores<br>(Toneladas) | cantidad<br>exportadores<br>(Toneladas) | cantidad<br>exportadores<br>(Toneladas) |
| Mundo        | 219.393                                 | 214.171                                 | 227.327                                 | 200.681                                 | 210.004                                 |
| Brasil       | 68.915                                  | 56.348                                  | 55.916                                  | 52.655                                  | 53.794                                  |
| EE. UU.      | 36.070                                  | 32.377                                  | 30.041                                  | 28.989                                  | 38.320                                  |
| India        | 31.233                                  | 28.183                                  | 23.148                                  | 23.147                                  | 29.472                                  |
| China        | 23.899                                  | 39.979                                  | 56.269                                  | 32.431                                  | 21.638                                  |
| Países Bajos | 9.897                                   | 10.784                                  | 11.085                                  | 11.791                                  | 12.092                                  |
| México       | 7.991                                   | 6.716                                   | 7.753                                   | 8.773                                   | 10.284                                  |
| Reino Unido  | 8.606                                   | 9.228                                   | 8.651                                   | 7.718                                   | 7.666                                   |
| Alemania     | 7.916                                   | 7.800                                   | 7.444                                   | 7.596                                   | 7.299                                   |
| Francia      | 5.029                                   | 5.602                                   | 6.062                                   | 6.424                                   | 6.827                                   |
| Argentina    | 7.734                                   | 3.897                                   | 7.072                                   | 6.799                                   | 6.717                                   |
| España       | 4.831                                   | 5.014                                   | 5.229                                   | 5.231                                   | 6.381                                   |
| Italia       | 3.945                                   | 4.952                                   | 4.885                                   | 4.821                                   | 5.196                                   |
| Canadá       | 2.418                                   | 2.487                                   | 3.054                                   | 3.419                                   | 3.261                                   |
| Suiza        | 909                                     | 804                                     | 718                                     | 887                                     | 1.057                                   |

**Fuente:** Cálculos del ITC basados en estadísticas de UN COMTRADE e del  
ITC (TRADE MAP, 2024)

### **1.3 Características del mercado nacional**

Las estadísticas oficiales muestran que Bolivia exporta materia prima para la elaboración de cosméticos y productos de belleza. Según datos obtenidos de TRADEMAP y (Espinosa L. 2014). Bolivia exporta aceite esencial de limón y molle, en el 2018 exporto alrededor de 126 toneladas de aceite esencial de limón a

un precio promedio de 27.714 U\$\$ la tonelada, el aceite esencial de molle en Cochabamba está consolidando su proceso de industrialización. Cada seis meses el Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA) de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) exporta de Francia un promedio de 100 kilos de aceite crudo de molle al precio de 105 U\$\$ el litro, para la fabricación de perfumes y pomadas medicinales, dando paso a su industrialización. (Benítez, D. 2016)

Bolivia el 2022, según datos de TRADEMAP, genero 4.51 millones de U\$\$ exportando aceites esenciles. Sus principales mercados son EE.UU con un 39,5% de la produccion de aceites esenciales de Bolivia; le siguen Irlanda 39,4%, Países Bajos con 20,5%, Francia 0,5% y otros el 0,1%.

**TABLA 1-5. PAÍSES IMPORTADORES DE ACEITES ESENCIALES DE BOLIVIA**

**Unidad:** Miles de Dólar Americano (U\$\$)

| <b>Importadores</b> | <b>Valor exportado en 2020</b> | <b>Valor exportado en 2021</b> | <b>Valor exportado en 2022</b> | <b>Valor exportado en 2023</b> | <b>Valor exportado en 2024</b> |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Mundo               | 2.787                          | 3.544                          | 4.512                          | 4.103                          | 2.493                          |
| Países Bajos        | 762                            | 730                            | 927                            | 922                            | 1.791                          |
| Irlanda             | 0                              | 0                              | 1.776                          | 1.344                          | 446                            |
| Brasil              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 198                            |
| Francia             | 38                             | 49                             | 23                             | 42                             | 54                             |
| Zona franca         | 0                              | 0                              | 0                              | 7                              | 4                              |
| Zona Nep            | 2                              | 3                              | 3                              | 0                              | 0                              |
| Canadá              | 507                            | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              |
| EE. UU.             | 1.478                          | 2.762                          | 1.783                          | 1.788                          | 0                              |

**Fuente:** Cálculos del CCI basados en estadísticas de UN COMTRADE (TRADEMAP, enero de 2024).



A nivel nacional las exportaciones bolivianas se han caracterizado por ser discontinuas a trevés del tiempo y no muy diversificado en mercados. Por un lado, discontinuo, porque las exportaciones de este producto se encuentran en meses discontinuos al año basado en la producción del fruto. Lo que da a conocer que es un producto estacional y se exporta en ciertas épocas del año.

Es así que las exportaciones de Bolivia para el año 2024 bajaron considerablemente en un 50% a 2.493 millones de U\$\$. En comparación a los últimos años 2021-2022, dando lugar a la importación de diferentes aceites esenciales según requerimiento de la industria boliviana. En este período comprendido, Los países bajos, Estados Unidos e Irlanda son los mercados que más han adquirido el producto boliviano, acumulando el 97% de lo exportado durante dicho período.

Las exportaciones de aceites esenciales de agrios y derivados en 2024 han tenido como principal mercado de destino a los Países Bajos, país que ha absorbido el 71,8% del total de las ventas acumuladas, Irlanda es el segundo destino de importancia de las exportaciones de este producto, pues compró el 17,9%, Brasil es el tercer destino el cual ha comprado el 7,9%, Francia compró cantidades considerables del 2,2% y otros el 0,2%.

**TABLA 1-6. PAÍSES EXPORTADORES DE ACEITES ESENCIALES A BOLIVIA**

**Unidad:** Miles de dólar americano (U\$S)

| <b>Exportadores</b> | <b>Valor<br/>importado<br/>en 2020</b> | <b>Valor<br/>importado<br/>en 2021</b> | <b>Valor<br/>importado<br/>en 2022</b> | <b>Valor<br/>importado<br/>en 2023</b> | <b>Valor<br/>importado<br/>en 2024</b> |
|---------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Mundo               | 90                                     | 123                                    | 113                                    | 129                                    | 260                                    |
| EE. UU.             | 1                                      | 6                                      | 0                                      | 26                                     | 150                                    |
| Alemania            | 4                                      | 1                                      | 8                                      | 5                                      | 39                                     |
| España              | 30                                     | 32                                     | 31                                     | 38                                     | 39                                     |
| Argentina           | 2                                      | 34                                     | 3                                      | 8                                      | 15                                     |
| Perú                | 14                                     | 16                                     | 12                                     | 7                                      | 8                                      |
| Canadá              | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 6                                      |
| Indonesia           | 2                                      | 2                                      | 3                                      | 1                                      | 2                                      |
| China               | 18                                     | 22                                     | 51                                     | 31                                     | 1                                      |
| Zona franca         | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      |
| Brasil              | 2                                      | 0                                      | 0                                      | 3                                      | 0                                      |
| Chile               | 4                                      | 10                                     | 5                                      | 4                                      | 0                                      |
| Francia             | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 2                                      | 0                                      |
| Italia              | 1                                      | 0                                      | 0                                      | 2                                      | 0                                      |
| India               | 11                                     | 0                                      | 1                                      | 2                                      | 0                                      |

**Fuente:** Cálculos del CCI basados en estadísticas de UN COMTRADE (TRADEMAP, enero de 2024).

Además de las exportaciones y mercados viables para nuestro producto que es el aceite esencial de cítricos, nuestro mercado también importa los mismos de los diferentes países como se muestra en la Tabla I-6, que lo producen esto por sus variedades de

productos que dichos mercados tienen, además que ofrecen una refinación y una excelente calidad como así también otros derivados.

Las importaciones bolivianas fueron significativas para el año 2024 ya que estas aumentaron en un 50%, es decir 260 millones de U\$\$. En comparación a los años anteriores en 2022-2023 que fue de 129 millones de U\$\$. Esto nos refleja que la demanda de aceites esenciales por Bolivia incrementó considerablemente los últimos años, debido a las industrias demandantes que requieren el producto y que crecen cada año incrementando el consumo de este.

## **1.4 Estructura del mercado regional**

### **1.4.1 Mercado regional**

El estudio de mercado muestra su desarrollo en cuatro ciudades capitales de sección de provincia: en el Departamento de Tarija (Tarija/Cercado), Villamontes, Yacuiba y Bermejo).

La elección de estas cuatro ciudades, “mercado local”, obedece a muchos factores como son el tamaño de la población, la existencia de vías de comunicación adecuadas, la proximidad con la República Argentina y la proximidad con algunos centros productores de cítricos involucrados con el proyecto.

**La demanda** de aceite esencial de naranja se consideró por lo pronto por parte de las industrias de nuestro medio como las de gaseosas, las plantas de productos lácteos que a lo largo de su producción llegarán a consumir este producto, como así también las microempresas de refrescos ambas ubicadas en el Municipio de Cercado de la ciudad de Tarija.

Aparte de la investigación realizada en empresas embotelladoras, se ha identificado una empresa dispuesta a consumir aceites esenciales no refinados; se trata de la empresa farmacéutica INTI de la ciudad de La Paz, que actualmente importa aceites esenciales refinados de origen cítrico desde Alemania, adquiriendo la línea Dragoco, a la cual se está dispuesta a reemplazar en parte, para adquirir hasta 8 litros/año de aceites esenciales distribuidos entre los cuatro sabores cítricos. (SEDAG, Bermejo)

***Analizando la oferta*** del producto en el mercado regional por lo pronto no se ve la existencia de ofertantes de aceite esencial de naranja ya que su costo es elevado y además no contamos con la industrialización del producto debido a diferentes factores para poder industrializarlo y obtener grandes beneficios de este producto de gran importancia, ya que la falta de su producción en el mercado local está generando una demanda insatisfecha.

Es así que en nuestro medio el mayor proveedor es Argentina; estos productos son esencias concentradas que tienen un porcentaje aproximado del 30% de aceite esencial natural (COMSA: Corporación de Materias Primas S.A), su dilución se realiza por homogenización para obtener la respectiva emulsión, de ahí que el aceite esencial es un insumo para la preparación de las esencias que tienen una amplia utilización en la industria alimenticia, farmacéutica y perfumería. (Benítez, D. 2016)

## **1.5 Descripción y especificaciones de la materia prima y producto**

### **1.5.1 Producción nacional de naranja dulce**

En Bolivia se cultivan muchas especies y variedades, pero la naranja dulce y el limón sutil predominan muy marcadamente en los sembradíos y en el consumo.

Los cítricos pueden cultivarse en todo el país con excepción de las áreas frías de nuestro territorio, por otro lado, se sabe que nuestro país presenta una naturaleza favorable en muchas zonas para el desarrollo de los frutos cítricos, siendo por ello los frutales de mayor abundancia en especial la naranja.

La producción de naranja a nivel nacional se muestra en la Tabla I-7 donde se muestra la producción de naranja por departamento (por lo pronto).

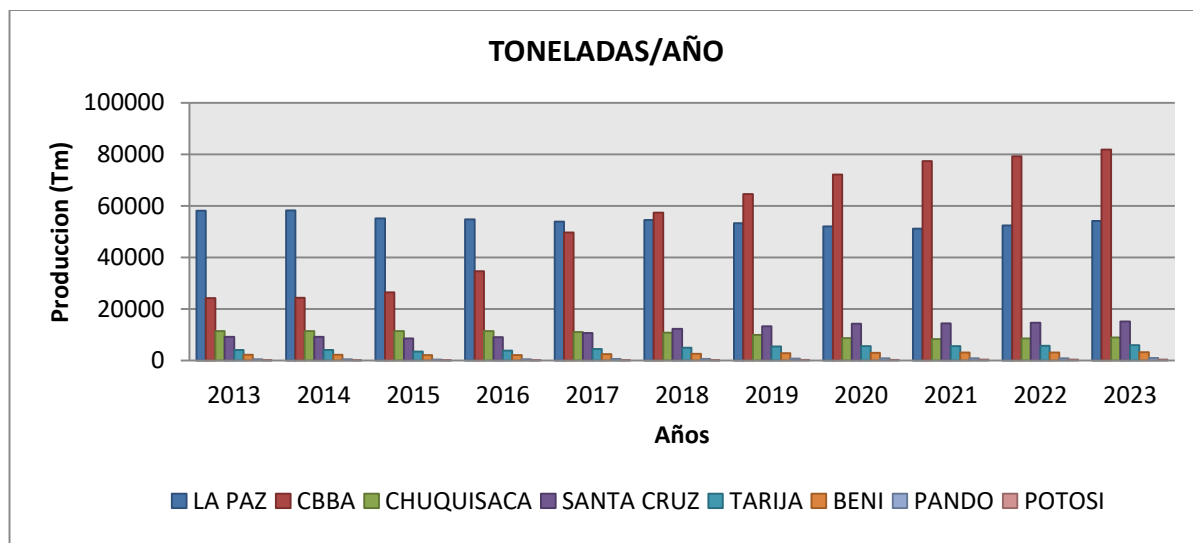
Siendo los departamentos productores La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Santa Cruz, Tarija, Beni, Pando y Potosí.

**TABLA 1-7. PRODUCCIÓN NACIONAL DE NARANJA DULCE EN TONELADAS**

| <b>AÑOS</b> | <b>LA PAZ</b> | <b>CBBA</b> | <b>CHUQUISACA</b> | <b>SANTA CRUZ</b> | <b>TARIJA</b> | <b>BENI</b> | <b>PANDO</b> | <b>POTOSI</b> | <b>TOTAL</b> |
|-------------|---------------|-------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| <b>2014</b> | 51.212        | 77.383      | 8.407             | 14.385            | 49.566        | 3.100       | 938          | 396           | 205.387      |
| <b>2015</b> | 52.463        | 79.273      | 8.612             | 14.736            | 49.875        | 3.176       | 961          | 406           | 209.502      |
| <b>2016</b> | 54.142        | 81.810      | 8.956             | 15.178            | 51.977        | 3.303       | 999          | 396           | 216.761      |
| <b>2017</b> | 55.821        | 83.700      | 9.300             | 14.766            | 52.128        | 3.487       | 1.082        | 454           | 220.738      |
| <b>2018</b> | 57.500        | 85.590      | 9.444             | 15.208            | 55.736        | 3.647       | 1.165        | 512           | 228.802      |
| <b>2019</b> | 57.889        | 87.480      | 9.439             | 15.650            | 57.956        | 3.855       | 1.248        | 588           | 234.105      |
| <b>2020</b> | 59.568        | 84.943      | 9.683             | 16.092            | 59.877        | 4.039       | 1.363        | 646           | 236.211      |
| <b>2021</b> | 58.769        | 83.053      | 9.872             | 17.081            | 60.255        | 4.223       | 1.478        | 675           | 235.406      |
| <b>2022</b> | 60.448        | 85.598      | 9.767             | 17.523            | 63.127        | 4.448       | 1.561        | 692           | 243.164      |
| <b>2023</b> | 62.343        | 88.127      | 9.977             | 17.965            | 65.351        | 4.673       | 1.599        | 745           | 247.780      |

**Fuente:** Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDR y T, 2023).

En Bolivia se tiene una superficie cultivada de cítricos que asciende a 51.211 hectáreas: 48,75 % son de mandarina; 42,2 % de naranja; 6,5 % de limón; 1,8 % de lima y 0,8 % de toronja. Entre la naranja y la mandarina ocupan el 90,9 % del total de la superficie de cultivos de cítricos, según el MDR y T.

**FIGURA 1-1. PRODUCCIÓN NACIONAL DE NARANJA DULCE**

**Elaborado:** Elaboración propia

La producción de naranja a nivel nacional según el MDR y T para el año 2017 fue de 220.738 Tm, cuya cantidad fue creciendo con el pasar de los años y para el año 2023 se tuvo un crecimiento el cual ascendió a 247.780 Tm, del cual la gran parte de la producción nacional se va a la exportación es decir un 89,7 % y el 10,3 % es para satisfacer al consumo del mercado interno.

### 1.5.2 Producción de naranja en el departamento de Tarija

El Departamento de Tarija ocupa el quinto lugar en relación a la producción nacional, contando con las provincias Arce, Gran Chaco y O'Connor que ofrecen condiciones óptimas de clima y suelo para la producción de cítricos. Las variedades con mayor predominio existentes en estas zonas son la Valencia, Jaffa, Criolla; existiendo en menor proporción la sanguínea, de acuerdo a la producción estas se clasifican en tempranas, intermedias y tardías, detalle que se observa en la Tabla I-9

Nuestro Departamento se caracteriza por tener suelos aptos para la agricultura, tanto frutícola como hortícola. La producción de frutas cítricas se localiza en las provincias arce, O'Connor y gran chaco, donde se cuenta con una diversidad importante de cítricos: naranja, limón, lima, mandarina y pomelo; cuya producción está sujeta a

factores climáticos (sequías, heladas, etc.) sin embargo la naranja es el cítrico de mayor importancia en producción.

Para la selección de la materia prima a utilizar en el proceso de extracción de A.E de naranja, se ha considerado la disponibilidad de los diferentes productores locales entre otros y socios de APROCA, de la provincia Arce, mas así otros productores aledaños y entre otros de las provincias de O'Connor y Gran chaco los cuales ofertan dicha materia prima.

Todos los productores ya mencionados se encuentran, la mayor parte en la zona de la provincia Arce (El Triángulo) y otros aledaños se encuentran en la provincia O'Connor, también con parte de la provincia Gran Chaco, tomando en cuenta la calidad de los mismos y su comparación con estándares nacionales e internacionales de calidad para el uso en la producción de aceite esencial de naranja.

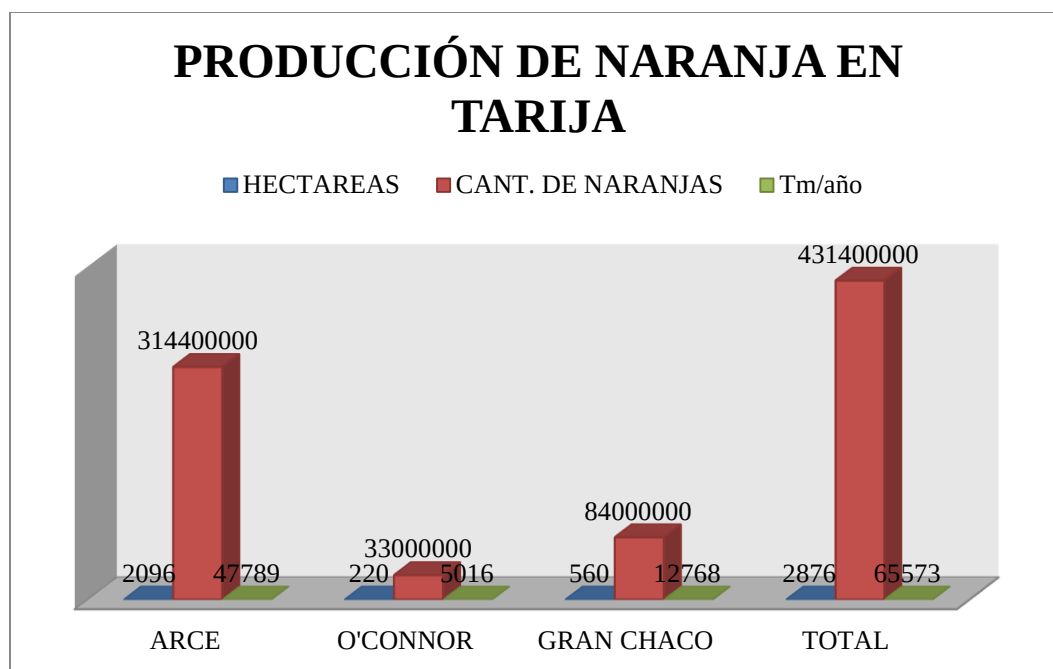
En la Tabla I-8 se muestra la producción regional de naranja, donde se muestra que este fruto es el de mayor producción con respecto a los demás cítricos (mandarina, lima, limón y pomelo), que se produce en dicha región.

**TABLA 1-8. PRODUCCIÓN DE NARANJA EN TARIJA**

| PROVINCIAS   | HECTÁREAS | CANT. DE NARANJAS | TM/AÑO |
|--------------|-----------|-------------------|--------|
| ARCE         | 2.096     | 314.400.000       | 47.789 |
| O'CONNOR     | 220       | 33.000.000        | 5.016  |
| GRAN CHACO   | 560       | 84.000.000        | 12.768 |
| <b>TOTAL</b> | 2876      | 431.400.000       | 65.573 |

**Fuente:** Cámara Agropecuaria de Tarija, 2022-2023

**Producción:** 1.500centenas/Ha

**FIGURA 1-2. PRODUCCIÓN DE NARANJA EN TARIJA**

**Fuente:** Camara Agropecuaria de Tarija, 2022-2023

La industrialización de la naranja es conocida desde hace muchos años atrás, especialmente por las propiedades nutritivas de este fruto, ya que su consumo contribuye al mejoramiento de la dieta alimentaria, por tanto se debe diversificar su uso a través de la elaboración de diferentes subproductos como ser: jugo natural, jugo concentrado, jaleas, mermeladas, pectina y aceites esenciales, esta última es de gran importancia para el aprovechamiento de la naranja, lo que permite incrementar su valor agregado.

La materia prima utilizada para la producción de aceite esencial en este estudio de Perfectibilidad es la naranja dulce.

En la Tabla I-9 se muestra las diferentes variedades de naranja dulce existente en la zona de Arce.



**TABLA 1-9. VARIEDADES DE NARANJA**

| <b>PRODUCCIÓN TEMPRANA</b> | <b>PRODUCCIÓN INTERMEDIA</b> | <b>PRODUCCIÓN TARDÍA</b> |
|----------------------------|------------------------------|--------------------------|
| valencia                   | criolla, Jaffa, sanguínea    | Valencia                 |

**Fuente:** IBTA (Instituto de Tecnología Agropecuaria)

La provincia Arce es el mayor productor de cítricos (naranja, mandarina, lima, pomelo, limón), del Departamento de Tarija, la naranja se cuantifica en primer lugar en relación a los demás productos.

### **1.5.3 Materia prima**

La materia prima que se utilizará en el presente proyecto, nuestra materia prima, la cáscara de naranja será obtenida en tiras del expendio de jugo de naranja que está dentro de la planta APROCA/ECOFRUT; es así que la materia prima se obtendrá del mismo lugar a producir, y además no generará gastos adicionales, ni se incrementará pérdida de materia prima el cual presenta un gran potencial, es así que de esta forma se implementará dicho proceso para dicha carga a procesar.

A nivel nacional como así también en el departamento de Tarija se han desarrollado industrias que procesan la naranja; pero la corteza o cáscara no ha sido aprovechada racionalmente por ellas. Pues la utilizan en un mínimo porcentaje en la elaboración de mermeladas o simplemente la desechan. Es decir, no se aprovecha debidamente el subproducto presente en la cáscara, que son los aceites esenciales.

Cabe resaltar que casi el 90% de las importaciones se realizan de países como Brasil, EEUU, Reino Unido y como así también de Argentina. Por otro lado, se sabe que nuestro territorio presenta una naturaleza favorable en muchas zonas para el desarrollo de los frutos cítricos, siendo por ello los frutales de mayor abundancia en especial la naranja. El presente estudio fue motivado por éstas y por otras consideraciones; y estuvo orientada hacia la búsqueda de un mejor aprovechamiento industrial de la naranja.

#### **1.5.4 Definición del producto**

##### **1.5.4.1 Aceite esencial**

El aceite esencial es una mezcla de varias sustancias químicas biosintetizadas por las plantas, que dan el aroma característico de algunas flores, árboles, frutos, hierbas, especias, semillas, etc.

Los aceites esenciales son líquidos, más o menos viscosos, con una densidad generalmente inferior a la del agua. Su coloración varía; generalmente son casi incoloros, son altamente concentrados y muy volátiles, susceptibles de daño por las temperaturas extremas y a las radiaciones ultravioletas. Se disuelven fácilmente en aceites vegetales, materias grasas y en alcohol, no se disuelven en agua. (Naturicima, 2013)

La clasificación general separa a los aceites esenciales en dos grupos: agrios que son extraídos de cítricos como la naranja y el limón; y no agrios, que comprenden al resto de los aceites, como ser de jazmín, menta y molle. (Echart, R. K. 2014).

Los aceites esenciales tienen las propiedades específicas de las plantas de las que se obtienen. Los aceites esenciales suelen tener aplicaciones en diferentes rubros de la industria y la ciencia, tales como la Perfumería, Industria alimenticia, Medicina y Aromaterapia. (Aguilar, M. 2015)

**TABLA 1-10. ACEITES ESENCIALES IMPORTANTES DE DISTINTOS LUGARES**

| Nombre del Aceite | Fuentes Geográficas                    | Métodos de Producción        | Parte de la planta utilizada | Componentes principales          |
|-------------------|----------------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Almendra Amarga   | California, Marruecos                  | Vapor                        | Semillas                     | Benzaldehído 96-98%, HCN 2-4%    |
| Canela            | Ceilán                                 | Vapor                        | Corteza                      | Aldehído cinámico, eugenol       |
| Jazmín            | <u>Francia, Egipto, Italia</u>         | Pomada Fría                  | Flores                       | Linalol                          |
| Limón             | California, Sicilia.                   | Expresión                    | Piel                         | d- Limoneno 90%, citral 3,5 – 5% |
| Naranja Dulce     | Florida, California, área Mediterránea | Exprimido, destilación       | Piel                         | d- Limoneno 95%                  |
| Rosa              | Bulgaria, Turquía                      | Vapor, disolvente, enflurage | Flores                       | Geraniol y citronelol 75%        |

**Fuente:** Prof. Alejandro Martínez M. (2001).

#### 1.5.4.2 Descripción de los aceites esenciales

Los aceites esenciales se pueden definir como aceites volátiles odoríferos de origen vegetal. Los aceites esenciales son, en su mayor parte, insolubles en agua, solubles en disolventes orgánicos y varían desde color amarillo o café hasta incoloros. Un aceite esencial generalmente es una mezcla de compuestos.

Algunas aplicaciones de los aceites esenciales como es el de la cascara de naranja son las siguientes: Aplicación como aromatizantes, alcoholaturas, perfume, Elaboración de un shampoo para cabello, de una crema vinílica con olor para los tableros de los automóviles, de un desengrasante para pisos o alfombras o de una pastilla para baño. El color amarillo o anaranjado de las cortezas de la naranja es el limoneno (95% aproximadamente), que es un hidrocarburo terpénico mono-cíclico. (Aguilar, M. 2015)

### 1.5.4.3 Clasificación de los aceites esenciales

Los aceites esenciales se clasifican con base en los siguientes criterios: Consistencia, origen, o naturaleza química de los componentes mayoritarios.

#### **Por su consistencia**

Las Esencias Fluidas. Son líquidos muy volátiles a temperatura ambiente (esencias de albahaca, caléndula, citronela, pronto alivio, romero, tomillo, menta, salvia, limón)

- *Los Bálsamos:* Son de consistencia más espesa, poco volátiles, contienen principalmente sesquiterpenoides y son propensos a polimerizarse (bálsamos de Copaiba, bálsamo de Perú, bálsamo de Tolú).

- *Las Oleorresinas:* Tienen el aroma de las plantas en forma concentrada, son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (caucho, gutapercha, chicle, oleorresinas de páprika, de pimienta negra, de clavero). Contienen los aceites esenciales, los aceites fijos, los colorantes y los principios activos de la planta.

*Los Concretos:* Se obtienen de plantas aromáticas frescas por extracción con solventes apolares (hidrocarburos). Tienen forma de semi-sólidos coloreados, libres del solvente original.

Estos componentes no son muy solubles en las bases para perfumes siendo así necesaria su conversión en absolutos.

*Los Absolutos:* Son productos de conversión de concretos por la extracción con etanol absoluto. Una vez completa la disolución, los absolutos se refrigeran a temperaturas de -5°C a -1°C A estas temperaturas las ceras se precipitan y se pueden remover por filtración. El rendimiento de absolutos a partir de concretos varía de 1 a 65 %.

#### **Por su Origen**

En cuanto al origen los aceites esenciales se clasifican en: Naturales, Artificiales, o Sintéticos.

-Aceites Esenciales Naturales: Se obtienen directamente de la planta y no se someten posteriormente a ninguna modificación fisicoquímica o química, son costosos y de composición variada.

-Artificiales: Se obtienen por enriquecimiento de esencias naturales con uno de sus componentes; también se preparan por mezclas de varias esencias naturales extraídas de distintas plantas.

-Sintéticos: Son mezclas de diversos productos obtenidos por procesos químicos, son más económicos y por lo tanto se utilizan mucho en la preparación de sustancias aromatizantes y saborizantes.

### **Por la naturaleza química**

Según la estructura química de los componentes mayoritarios que determinan el olor particular de los aceites, estos se dividen en tres grupos principales:

- Monoterpenoides (linalool, nerol, 1-8 cineol, geraniol)
- Sesquiterpenoides (farnesol, nerolidol)
- Compuestos oxigenados (alcoholes, aldehídos, cetonas)

(Aguilar, M. 2015)

## **1.6 Análisis de la oferta y la demanda de aceite esencial de cítricos (agrios)**

### **1.6.1 Oferta de aceite esencial de cítricos en Bolivia**

Para tal información anteriormente en la introducción se dio a conocer las fuentes de abastecimiento del aceite esencial de naranja o cítricos en Bolivia, en base a estudios ya existentes. La mayor parte de los consumidores acuden a la importación de aceite esencial de naranja.

Con respecto a la procedencia del producto se pudieron obtener datos de la oferta de las exportaciones que existen en los aceites esenciales de cítricos.

La Paz produce aceite esencial de naranja y otros agrios actualmente y exporta a la zona franca de Bolivia, en 2020 exportó un valor de 1.650\$us con un peso bruto de

55kg y ya para el año 2024 bajo su cantidad a 147kg en peso bruto con un valor de 7791\$us. Esto debido a que hay más importación de aceite esencial de naranja.

Santa Cruz produce aceite esencial de limón en gran parte y exporta a los países de EE.UU, Irlanda, Canadá, Brasil, Países Bajos y Reino Unido. En 2023 exportó una cantidad de 140.979kg en peso neto a un valor de 4.053.793\$us, en 2024 se redujo las exportaciones a 83.492kg en peso neto al valor de 2.435.181\$us. La Paz es otro departamento productor de aceite esencial de limón en cantidades considerables con destino a la zona franca de Bolivia, según dato obtenido por INE el año 2021 fue el último año que exportó La Paz, una cantidad de 10kg en peso neto a un valor de 360\$us.

Los demás aceites esenciales de agrios son producidos en La Paz en cantidades considerables según requerimiento, estos tienen destino a Panamá y la Zona Franca de Bolivia, en 2023 se exportó tan solo 8kg de aceite esencial de agrios en peso neto a un valor de 450\$us.

**TABLA 1-11. BOLIVIA: EXPORTACIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE CÍTRICOS**

| <b>AÑOS</b> |                  | <b>3301120000: Aceites esenciales de agrios (cítricos): de naranja</b> | <b>3301130000: Aceites esenciales de agrios (cítricos): de limón</b> | <b>33011990000: Los demás aceites esenciales de agrios (cítricos)</b> |
|-------------|------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>2014</b> | Peso Bruto (kg)  |                                                                        | 64.548                                                               | 20                                                                    |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                        | 58.680                                                               | 18                                                                    |
|             | Valor FOB (\$US) |                                                                        | 1.152.503                                                            | 1.200                                                                 |
| <b>2015</b> | Peso Bruto (kg)  |                                                                        | 97.644                                                               |                                                                       |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                        | 88.740                                                               |                                                                       |
|             | Valor FOB (\$US) |                                                                        | 1.927.065                                                            |                                                                       |
| <b>2016</b> | Peso Bruto (kg)  |                                                                        | 95.100                                                               |                                                                       |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                        | 86.400                                                               |                                                                       |
|             | Valor FOB (\$US) |                                                                        | 2.216.517                                                            |                                                                       |
| <b>2017</b> | Peso Bruto (kg)  |                                                                        | 160.831                                                              |                                                                       |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                        | 146.079                                                              |                                                                       |
|             | Valor FOB (\$US) |                                                                        | 3.253.034                                                            |                                                                       |
| <b>2018</b> | Peso Bruto (kg)  | 60                                                                     | 79.282                                                               | 63                                                                    |
|             | Peso Neto (kg)   | 56                                                                     | 72.019                                                               | 59                                                                    |
|             | Valor FOB (\$US) | 1.266                                                                  | 1.461.503                                                            | 1.724                                                                 |
| <b>2019</b> | Peso Bruto (kg)  |                                                                        | 63.400                                                               |                                                                       |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                        | 57.600                                                               |                                                                       |
|             | Valor FOB (\$US) |                                                                        | 1.018.654                                                            |                                                                       |
| <b>2020</b> | Peso Bruto (kg)  | 55                                                                     | 144.058                                                              | 5                                                                     |
|             | Peso Neto (kg)   | 55                                                                     | 128.322                                                              | 4                                                                     |
|             | Valor FOB (\$US) | 1.650                                                                  | 2.747.163                                                            | 176                                                                   |
| <b>2021</b> | Peso Bruto (kg)  |                                                                        | 141.318                                                              | 11                                                                    |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                        | 126.248                                                              | 10                                                                    |
|             | Valor FOB (\$US) |                                                                        | 3.491.928                                                            | 457                                                                   |
| <b>2022</b> | Peso Bruto (kg)  |                                                                        | 156.644                                                              | 11                                                                    |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                        | 140.552                                                              | 10                                                                    |
|             | Valor FOB (\$US) |                                                                        | 4.485.936                                                            | 530                                                                   |
| <b>2023</b> | Peso Bruto (kg)  | 144                                                                    | 140.979                                                              | 8                                                                     |
|             | Peso Neto (kg)   | 99                                                                     | 126.579                                                              | 8                                                                     |
|             | Valor FOB (\$US) | 1.809                                                                  | 4.053.793                                                            | 450                                                                   |
| <b>2024</b> | Peso Bruto (kg)  | 147                                                                    | 92.217                                                               |                                                                       |
|             | Peso Neto (kg)   | 147                                                                    | 83.492                                                               |                                                                       |
|             | Valor FOB (\$US) | 7.791                                                                  | 2.435.181                                                            |                                                                       |

**FUENTE:** Instituto Nacional de Estadística, INE-2024

### **1.6.2 Demanda de aceite esencial de naranja (cítricos) en Bolivia**

El aceite esencial de naranja forma parte de la cáscara del mismo fruto para dar el olor y sabor a diferentes productos, prácticamente está presente en todos los productos como ser en la industria farmacéutica, industria alimenticia, y en especial en lo que se refiere a la industria de cosméticos además de accesorios de limpieza.

Entonces debido a los usos diversificados de este aceite esencial de la naranja se dio a conocer los niveles de aceptación y consumo del mismo en Bolivia. Esto en base a estudios ya existentes.

Los departamentos importadores de los aceites esenciales ya mencionados son La Paz, Cochabamba y Santa Cruz donde también se encuentran las distribuidoras más grandes del país. En 2021 no se tuvo importaciones, ya para el 2023 se importó tan solo aceite esencial de naranja para el departamento de Cochabamba en un peso bruto de 3.019kg a un valor de 20.238\$us, para el 2024 tan solo La Paz importo aceite esencial de limón 166kg peso en bruto al valor de 2.387\$us y aceite esencial de naranja 2.581kg de peso en bruto al valor de 11.789\$us. Todas las importaciones de aceite esencial de naranja se realizan de los países de Brasil, Argentina, EE.UU., Chile, Suiza, y los aceites esenciales de limón provienen de Perú, Brasil, Chile, EE.UU. y Argentina.

Los demás aceites esenciales de agrios son importados de Perú, Brasil, Chile, China, Alemania, España, Suiza, EE.UU. y Argentina.



**TABLA 1-12. IMPORTACIONES DE ACEITES ESENCIALES DE CÍTRICOS EN BOLIVIA**

| <b>AÑOS</b> |                  | <b>3301120000:<br/>Aceites esenciales de<br/>agrios (cítricos): de<br/>naranja</b> | <b>3301130000:<br/>Aceites esenciales de<br/>agrios (cítricos): de<br/>limón</b> | <b>33011990000:<br/>Los demás aceites<br/>esenciales de agrios<br/>(cítricos)</b> |
|-------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2014</b> | Peso Bruto (kg)  | 1.136                                                                              | 322                                                                              | 106                                                                               |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                                    |                                                                                  |                                                                                   |
|             | Valor FOB (\$US) | 9.001                                                                              | 10.095                                                                           | 18.200                                                                            |
| <b>2015</b> | Peso Bruto (kg)  | 1.925                                                                              | 90                                                                               | 747                                                                               |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                                    |                                                                                  |                                                                                   |
|             | Valor FOB (\$US) | 3.518                                                                              | 8.216                                                                            | 2.297                                                                             |
| <b>2016</b> | Peso Bruto (kg)  | 2.337                                                                              | 85                                                                               | 135                                                                               |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                                    |                                                                                  |                                                                                   |
|             | Valor FOB (\$US) | 8.356                                                                              | 9.372                                                                            | 2.592                                                                             |
| <b>2017</b> | Peso Bruto (kg)  |                                                                                    | 27                                                                               | 264                                                                               |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                                    |                                                                                  |                                                                                   |
|             | Valor FOB (\$US) |                                                                                    | 2.315                                                                            | 4.233                                                                             |
| <b>2018</b> | Peso Bruto (kg)  | 2.997                                                                              | 38                                                                               | 388                                                                               |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                                    |                                                                                  |                                                                                   |
|             | Valor FOB (\$US) | 10.867                                                                             | 499                                                                              | 3.418                                                                             |
| <b>2019</b> | Peso Bruto (kg)  | 3.015                                                                              | 28                                                                               | 4                                                                                 |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                                    |                                                                                  |                                                                                   |
|             | Valor FOB (\$US) | 15.589                                                                             | 201                                                                              | 9                                                                                 |
| <b>2020</b> | Peso Bruto (kg)  | 2.850                                                                              | 16                                                                               | 6                                                                                 |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                                    |                                                                                  |                                                                                   |
|             | Valor FOB (\$US) | 9.322                                                                              | 37                                                                               | 18                                                                                |
| <b>2021</b> | Peso Bruto (kg)  | 3.088                                                                              | 5                                                                                | 28                                                                                |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                                    |                                                                                  |                                                                                   |
|             | Valor FOB (\$US) | 17.040                                                                             | 7                                                                                | 639                                                                               |
| <b>2022</b> | Peso Bruto (kg)  |                                                                                    |                                                                                  | 1                                                                                 |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                                    |                                                                                  |                                                                                   |
|             | Valor FOB (\$US) |                                                                                    |                                                                                  | 3                                                                                 |
| <b>2023</b> | Peso Bruto (kg)  | 3.019                                                                              |                                                                                  |                                                                                   |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                                    |                                                                                  |                                                                                   |
|             | Valor FOB (\$US) | 20.238                                                                             |                                                                                  |                                                                                   |
| <b>2024</b> | Peso Bruto (kg)  | 2.581                                                                              | 166                                                                              | 6                                                                                 |
|             | Peso Neto (kg)   |                                                                                    |                                                                                  |                                                                                   |
|             | Valor FOB (\$US) | 11.789                                                                             | 2.387                                                                            | 945                                                                               |

**FUENTE:** Instituto Nacional de Estadística, INE-2024

El promedio de importación del año 2014-2024 para los aceites esenciales de naranja son de 2.491kg en peso bruto a un valor de 9.985\$us, para el limón es de 86kg peso en bruto a valor de 3.681\$us y para los demás agrios un peso bruto de 171kg al valor de 3.088\$us.

## **1.7 Descripción geográfica del mercado y políticas de comercialización**

### **1.7.1 Descripción geográfica del mercado**

El Mercado objetivo del Proyecto, está representado por las principales industrias ya mencionadas, como así también pequeñas y medianas empresas productoras, también se involucran diferentes consumidores del Departamento de Tarija-Bolivia.

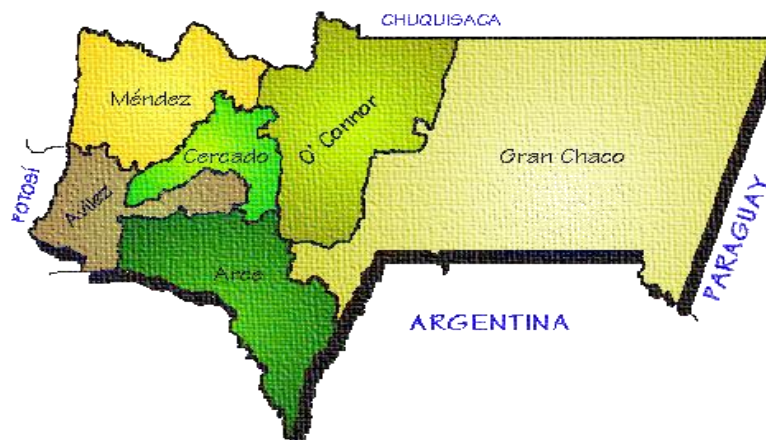
#### **1.7.1.1 Departamento de Tarija**

##### **Ubicación Geográfica**

El departamento de Tarija, se encuentra ubicado al Sur de Bolivia, se sitúa en la parte central de Sud América. Se encuentra localizado entre los paralelos 21° 32' y 22° 55' de latitud Sur entre los meridianos 62° 15' y 65° 28' de longitud Oeste de Greenwich.

##### **Límites Territoriales**

El departamento de Tarija limita al Norte con del departamento de Chuquisaca, al Sur con la República de la Argentina, al Este con la República del Paraguay y al Oeste con el departamento de Potosí.

**FIGURA 1-3. DEPARTAMENTO DE TARIJA**

### Extensión Territorial

El departamento de Tarija tiene una superficie de 37.623 km<sup>2</sup>, cubriendo el 3,42 % del territorio nacional, y con características geográficas variadas, con todo tipo de relieves que van desde los 4.000 m.s.n.m. en la zona alta como es el municipio de Yunchará hasta los 280 m.s.n.m. en el distrito 5 del municipio de Yacuiba, lo que determina la variabilidad de su clima, frío y seco en la zona alta, templado húmedo en los valles sub andinos, y cálido seco y cálido húmedo en la llanura chaqueña.

**TABLA 1-13. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN 2015-2021**

|             |              | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    |
|-------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| CERCADO     | Tarija       | 226.245 | 233.079 | 239.996 | 246.989 | 254.048 | 261.188 | 268.387 |
| A. ARCE     | Padcaya      | 19.347  | 19.196  | 19.053  | 18.919  | 18.799  | 18.687  | 18.582  |
|             | Bermejo      | 37.067  | 37.614  | 38.170  | 38.722  | 39.280  | 39.845  | 40.404  |
| G. CHACO    | Yacuiba      | 98.473  | 99.451  | 100.386 | 101.278 | 102.124 | 102.943 | 103.723 |
|             | Carapari     | 16.441  | 16.597  | 16.750  | 16.890  | 17.029  | 17.154  | 17.279  |
|             | Villa Montes | 44.133  | 45.499  | 46.830  | 48.139  | 49.419  | 50.671  | 51.916  |
| J.M. AVILEZ | Uriondo      | 15.555  | 15.572  | 15.583  | 15.589  | 15.597  | 15.599  | 15.595  |
|             | Yunchara     | 5.727   | 5.708   | 5.687   | 5.666   | 5.651   | 5.628   | 5.621   |
| E. MÉNDEZ   | San Lorenzo  | 25.216  | 25.322  | 25.423  | 25.520  | 25.613  | 25.707  | 25.796  |
|             | El Puente    | 11.925  | 11.928  | 11.928  | 11.932  | 11.925  | 11.927  | 11.920  |
| B. O'CONNOR | Entre Ríos   | 23.330  | 23.463  | 23.599  | 23.729  | 23.857  | 23.982  | 24.107  |

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística, INE-2022

## **El Contexto Municipal**

### **Ubicación Geográfica**

El Municipio de Cercado-Tarija, Sección Municipal única de la provincia Cercado del departamento de Tarija comprende la ciudad de Tarija capital con aproximadamente 75 comunidades rurales, se encuentra ubicado dentro del Valle Central de Tarija, con alturas que varía desde los 1.250 metros sobre nivel del mar en la parte más baja, por la comunidad de Tipas, llegando al pie de monte con altura de 2.100 m.s.n.m y pasando a elevaciones más altas de 4.300 m.s.n.m, como la montaña de la reserva biológica de Sama. Geográficamente a partir de la ciudad de Tarija, está circundado al norte por las serranías de Gamoneda, Escalera, Angosto, Santa Rosa, al Sud por las serranías de Huacas, Huayco Grande y San Jacinto, al este por la serranía de El Cóndor y al oeste por la montaña de Sama, que caracterizan tres sectores marcados del área rural, como el sector sudoeste, constituido por la sub cuenca de Tolomosa, sector norte constituido por la sub cuenca de afluentes del Guadalquivir, y el sector noreste constituido por la sub cuenca Santa Ana, cada uno de estos sectores, con características agro climáticas y socioeconómicas diferentes.

### **Latitud y Longitud**

Geográficamente se encuentra ubicado entre las coordenadas mínima 21° 51' 30'' latitud S. 64° 59' 51'' longitud W; la máxima 21° 08' 07'' latitud S. y 64° 17' 42'' de Longitud oeste.

### **Límites Territoriales**

La provincia Cercado, limita al norte con las provincias Méndez y al Sud con la provincia Avilés, al Este con O'Connor y al Oeste con la provincia Méndez.

#### **1.7.2 Políticas de comercialización**

Las estrategias de comercialización planteadas en el presente, son analizadas para el producto de consumo en estudio, en función de las variables de comercialización como son producto, plaza, precio y promoción, cuyo análisis deberá ser profundizado antes

de la implementación del proyecto, desarrollando para ello un plan de estrategias de Marketing.

#### **a) Meta comercial**

El presente proyecto pretende tener una participación total en el mercado real de la naranja, de manera inicial cubrir la demanda local como así la nacional y alcanzar la máxima producción para satisfacer al mercado en su conjunto.

De acuerdo a las preferencias de los consumidores, la investigación realizada se sustenta que para productos cítricos de consumo masivo, se tiene en general una preferencia por productos naturales y característicos de los cítricos como el sabor a fruta y contenido de vitaminas, dejando en segundo plano a las consideraciones con respecto al precio del producto, es así que el proyecto se enfoca en el desarrollo de productos naturales que resalten el origen del mismo, y que en el caso particular de los aceites esenciales envasados se tengan propiedades organolépticas similares a los zumos de elaboración propia.

En cuanto a las presentaciones de los productos, es importante definir envases y volúmenes de acuerdo a las preferencias de los consumidores, tanto para hogares como para empresas de servicios.

#### **b) Análisis de la competencia**

En el departamento de Tarija no se ha encontrado proveedores a gran escala de aceite esencial de cítricos, los proveedores que proveen el aceite esencial del mismo se encuentran en Cochabamba y Santa Cruz este último provee dicho producto a un precio elevado del vecino país Brasil.

#### **c) Ventajas competitivas**

**c.1) Proximidad al mercado de materia prima:** el mercado para el producto final a realizarse cuenta con una distancia accesible y una carretera óptima. Situación geográfica favorece y además en este lugar se cuenta con mano de obra disponible como así también todo lo necesario para la elaboración del producto.

**c.2) Orientación en Marketing y Ventas:** estaremos orientados a nuestros clientes con precios beneficiosos y acorde al requerimiento de los consumidores y para la industria.

**c.3) Satisfacer las necesidades del consumidor:** el enfoque es cumplir con nuestros consumidores, sus necesidades produciendo un aceite esencial de naranja con los estándares de calidad que nuestros clientes requieran.

**c.4) Compromiso con la sociedad:** La empresa está comprometida con satisfacer las expectativas de la sociedad en su producto y con las mejoras continuas en la producción del producto, generando empleos directos en el Municipio de Cercado y en su conjunto.

**c.5) Compromiso con el medio ambiente:** la empresa se compromete a ofrecer un medio ambiente saludable y óptimo para sus trabajadores y la sociedad destinando recursos humanos y económicos para reducir la contaminación que se genera en el proceso de extracción y molienda.

#### **d) Estrategias de marketing**

Nuestra campaña de marketing será orientada a nuestros clientes, promocionando sus principales características y cualidades del aceite esencial de naranja, las mismas que nos diferenciarán de la competencia, haciendo hincapié a nuestras ventajas competitivas.

#### **e) Precio**

De acuerdo al análisis de la competencia, nuestros precios serán los más competitivos en el mercado, ofreciendo además de economía, un producto de calidad como lo es el del A.E de naranja.

#### **f) Canal**

Para llegar a nuestros clientes, usaremos los canales clásicos de distribución:

**f.1) Del productor al consumidor:** Para el efecto estableceremos una agencia en la ciudad de Tarija, en la cual el consumidor podrá adquirir directamente nuestro producto.

**FIGURA 1-4. CANAL DE DISTRIBUCIÓN: PRODUCTOR - CONSUMIDOR**

Para poder lograr los volúmenes de venta establecidos por las demandas, se requiere una gran utilización de los canales de distribución al detalle y aprovecharlos para la comercialización simultánea del producto, para lo cual utilizaremos 2 sistemas de distribución no excluyentes entre sí, en los cuales puedan también participar agentes intermediarios de comercialización:

- a) **Productor - Consumidor:** Este sistema es el más corto y simple de todos, ya que no existen intermediarios. Este sistema podría ser el más adecuado para la comercialización en el área de mercado donde se localice la planta industrial, pudiendo ser viable el establecimiento de agencias propias de comercialización.
- b) **Productor - Mayorista - Detallista - Consumidor:** Este sistema es el más adecuado para la incursión en nuevos productos, y debiera ser muy tomado en cuenta para la comercialización en el interior del país.

## **1.8 Análisis de precios: materia prima y producto**

### **1.8.1 Materia prima**

El costo de la materia prima para este proyecto no es de relevancia, debido a que este será proporcionado por la misma, usando en si la cascara de naranja que se desecha por la extracción de jugo. Esto permitirá más ingresos y un ahorro para la empresa ya que no se tendrá gastos para compra de materia prima (cascará de naranja).

### **1.8.2 Producto: aceite esencial**

Basados en la ausencia de empresas productoras de aceite esencial de naranja a pequeña, mediana o gran escala y en la demanda nacional de este producto, es necesario destacar que este proyecto permitirá generar empleos directos e indirectos la ejecución del mismo, en lo que respecta al aprovechamiento de la materia prima.

Nuestro entorno está más basado en la importación de aceite esencial de naranja a precios altos y bajos, esto dependiendo de la calidad requerida.

La demanda nacional de aceite esencial de naranja está dada por algunas marcas a diferentes precios:

**TABLA 1-14. MARCAS DE DEMANDA NACIONAL DE ACEITE ESENCIAL**

| <b>Marca</b>       | <b>Cantidad</b> | <b>Precio (\$us)</b> | <b>Origen</b> |
|--------------------|-----------------|----------------------|---------------|
| Aura Cacia         | 0,5 oz          | 6,57                 | USA           |
| Snsshine           | 0,25 oz         | 7,43                 | USA           |
| Aromappeal         | 10 ml           | 5,05                 | India-usa     |
| Lotus              | 10 ml           | 6,07                 | México-usa    |
| Fontdeblanc        | 15 ml           | 8,76                 | España        |
| Herbolario en casa | 17 ml           | 7,32                 | España        |

**Fuente:** Cálculos del CCI basados en estadísticas de *Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI)*, enero de 2024.

De acuerdo con los resultados descritos en el cuadro anterior, este puede resumirse que el costo promedio por 1ml de producto con grado intermedio de pureza es: 0,52 \$.

La producción de aceite esencial de naranja en Bolivia es prácticamente a baja escala, ya que los registros existentes indican que anualmente se importa grandes cantidades que de lo que se exporta de los países de Estados Unidos, Brasil y otros. En nuestro medio se comercializa el producto importado a diferentes precios dependiendo del consumidor, vale decir que los precios oscilan entre 9-12Bs/ml. (en emulsión mayormente).

## **1.9 Proyecciones de la oferta y demanda de aceite esencial**

### **1.9.1 Proyección de la oferta de aceites esenciales a nivel internacional**

Según datos históricos proporcionados por TRADE MAP (ver tabla I-4), se proyectó una oferta futura para ver el comportamiento del mercado dentro de 10 años.

**TABLA 1-15. OFERTA HISTÓRICA**



| <b>AÑO</b> | <b>OFERTA (Tn)</b> |
|------------|--------------------|
| 2020       | 219.393            |
| 2021       | 214.171            |
| 2022       | 227.327            |
| 2023       | 200.681            |
| 2024       | 210.004            |

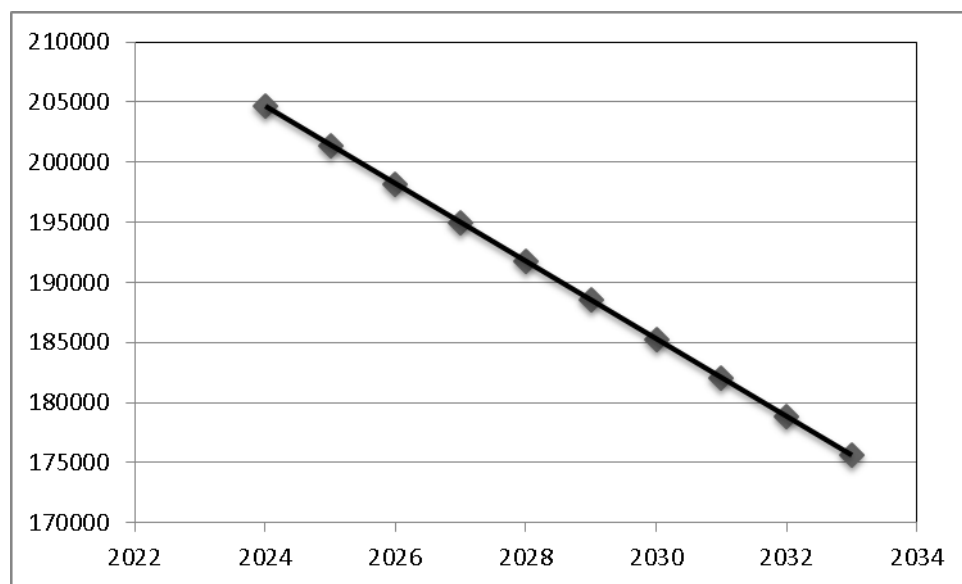
**Fuente:** Cálculos del ITC basados en estadísticas de UN COMTRADE e del ITC (TRADE MAP, 2024)

**TABLA 1-16. PROYECCIÓN DE LA OFERTA DE ACEITES ESENCIALES A NIVEL INTERNACIONAL**

| <b>AÑO</b> | <b>OFERTA (Tn)</b> |
|------------|--------------------|
| 2025       | 204.635            |
| 2026       | 201.408            |
| 2027       | 198.181            |
| 2028       | 194.954            |
| 2029       | 191.728            |
| 2030       | 188.501            |
| 2031       | 185.274            |
| 2032       | 182.047            |
| 2033       | 178.820            |
| 2034       | 175.594            |

**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA 1-5. PROYECCIÓN DE LA OFERTA INTERNACIONAL DE ACEITES ESENCIALES**



Como se puede observar en el gráfico, la proyección de la oferta tiende a decrecer con el incremento de los años, lo cual nos indica que dentro de los 10 años proyectados la demanda tendrá un incremento paulatino por los mercados consumidores, esto quiere decir que los ofertantes de aceite esencial tendrán que producir más para satisfacer al mercado demandante.

### **1.9.2 Proyección de la demanda de aceites esenciales a nivel internacional**

Según TRADE MAP los datos históricos proporcionados para la demanda de aceites esenciales a nivel internacional (ver tabla I-2) están dados, de ahí que se quiere proyectar una demanda futura para ver el comportamiento del mercado internacional para los próximos 10 años. Es así que con el pasar de los años el mercado tiende a crecer en el consumo de aceites esenciales y esto nos da un buen indicador para poder introducir nuestro producto al mercado.

**TABLA 1-17. DEMANDA HISTÓRICA**

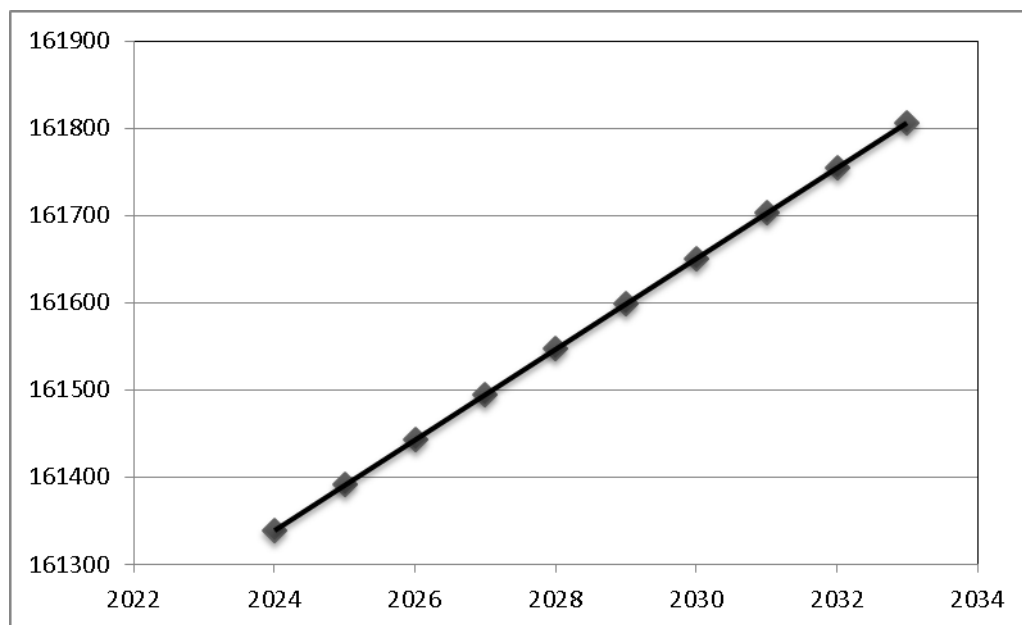
| <b>AÑO</b> | <b>DEMANDA (Tn)</b> |
|------------|---------------------|
| 2020       | 162.698             |
| 2021       | 158.755             |
| 2022       | 163.866             |
| 2023       | 156.528             |
| 2024       | 164.071             |

**Fuente:** Cálculos del ITC basados en estadísticas de UN COMTRADE e del ITC (TRADE MAP, 2024)

**TABLA 1-18. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ACEITES ESENCIALES A NIVEL INTERNACIONAL**

| <b>AÑO</b> | <b>DEMANDA (Tn)</b> |
|------------|---------------------|
| 2025       | 161.339             |
| 2026       | 161.391             |
| 2027       | 161.443             |
| 2028       | 161.495             |
| 2029       | 161.547             |
| 2030       | 161.599             |
| 2031       | 161.651             |
| 2032       | 161.703             |
| 2033       | 161.755             |
| 2034       | 161.806             |

**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA 1-6. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA INTERNACIONAL DE A.E.**

Con los datos proyectados se realizó un pronóstico para proyectar la demanda de aceites esenciales a nivel internacional en los próximos 10 años, lo cual podemos ver un incremento del consumo de aceites esenciales, vale decir que el mercado crece progresivamente. Es así que los oferentes tienen que incrementar su producción para poder satisfacer la demanda existente del mercado durante los próximos 10 años.

### **1.9.3 Proyección de la oferta de aceite esencial de naranja (agrios) en Bolivia**

Según datos proporcionados por el INE la oferta de aceite esencial de naranja estuvo dada de manera discontinua en los diferentes años (ver tabla I-11), vale decir que se tuvo un incremento progresivo.

**TABLA 1-19. OFERTA HISTÓRICA**

| <b>AÑO</b> | <b>OFERTA (kg)</b> |
|------------|--------------------|
| 2018       | 60                 |
| 2020       | 55                 |
| 2023       | 144                |
| 2024       | 147                |

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística, INE-2024

La oferta de aceite esencial de naranja está dada por el departamento de La Paz, el único ofertante según datos del INE, además que su producción está destinada a los Países Bajos, Irlanda y la Zona Franca. El año 2024 se tuvo un crecimiento de la oferta de aceite esencial de naranja hacia los Países Bajos, una cantidad de 147kg en peso bruto a un valor de 7.791\$.

En nuestro país no se cuenta con ofertantes o productores de aceite esencial de naranja en grandes cantidades, por lo que no se le da un buen aprovechamiento a nivel industrial, siendo un producto de gran uso y con alto valor agregado.

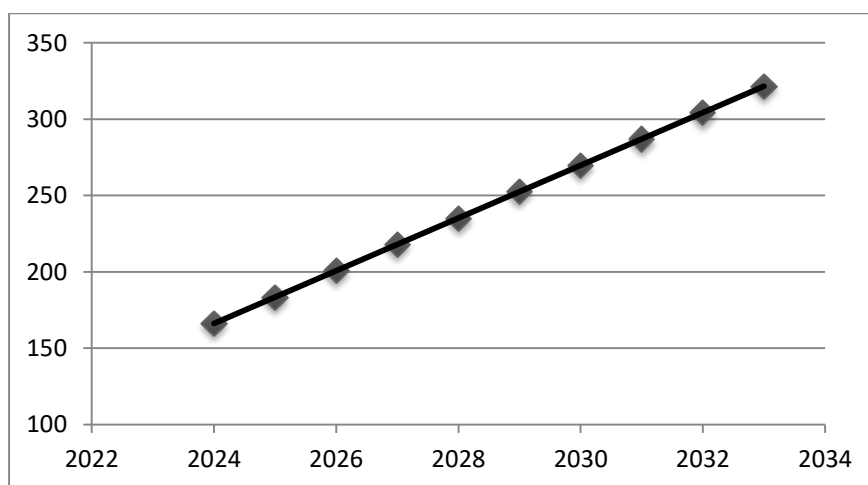
**TABLA 1-20. PROYECCIÓN DE LA OFERTA NACIONAL DE ACEITE ESENCIAL DE NARANJA**

| AÑO  | OFERTA (kg) |
|------|-------------|
| 2025 | 166         |
| 2026 | 183         |
| 2027 | 201         |
| 2028 | 218         |
| 2029 | 235         |
| 2030 | 252         |
| 2031 | 270         |
| 2032 | 287         |
| 2033 | 304         |
| 2034 | 321         |

**Fuente:** Elaboración propia

Nuestra proyección nos muestra que la oferta tiende a incrementar durante los 10 años futuros, vale decir que de una u otra forma se lograra satisfacer al mercado demandante del producto como así también satisfacer al mercado interno y dejar de importar el mismo a precios elevados como lo podemos ver en la tabla I-12.

**FIGURA 1-7. PROYECCIÓN DE LA OFERTA NACIONAL DE ACEITE ESENCIAL DE NARANJA**



#### 1.9.4 Proyección de la demanda de aceite esencial de naranja (agrios) en Bolivia

La demanda histórica proporcionada por el INE nos muestra el incremento de la demanda de aceite esencial de naranja en algunos años, esta demanda está dada por los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz. Santa Cruz es el mayor demandante que importa el producto desde Brasil, China, EE.UU., Argentina y Suiza. Donde el año de mayor relevancia fue el año 2018, que se importó 3.088kg en peso bruto a un valor de 17.040\$.

**TABLA 1-21. DEMANDA HISTÓRICA**

| <b>AÑO</b> | <b>DEMANDA (kg)</b> |
|------------|---------------------|
| 2014       | 1.136               |
| 2015       | 1.925               |
| 2016       | 2.337               |
| 2018       | 2.997               |
| 2019       | 3.015               |
| 2020       | 2.850               |
| 2021       | 3.088               |
| 2023       | 3.019               |
| 2024       | 2.581               |

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística, INE-2024

**TABLA 1-22. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA NACIONAL DE ACEITE ESENCIAL DE NARANJA**

| <b>AÑO</b> | <b>DEMANDA (kg)</b> |
|------------|---------------------|
| 2025       | 3.380               |
| 2026       | 3.516               |
| 2027       | 3.652               |
| 2028       | 3.788               |
| 2029       | 3.924               |
| 2030       | 4.060               |
| 2031       | 4.196               |
| 2032       | 4.332               |
| 2033       | 4.468               |
| 2034       | 4.604               |

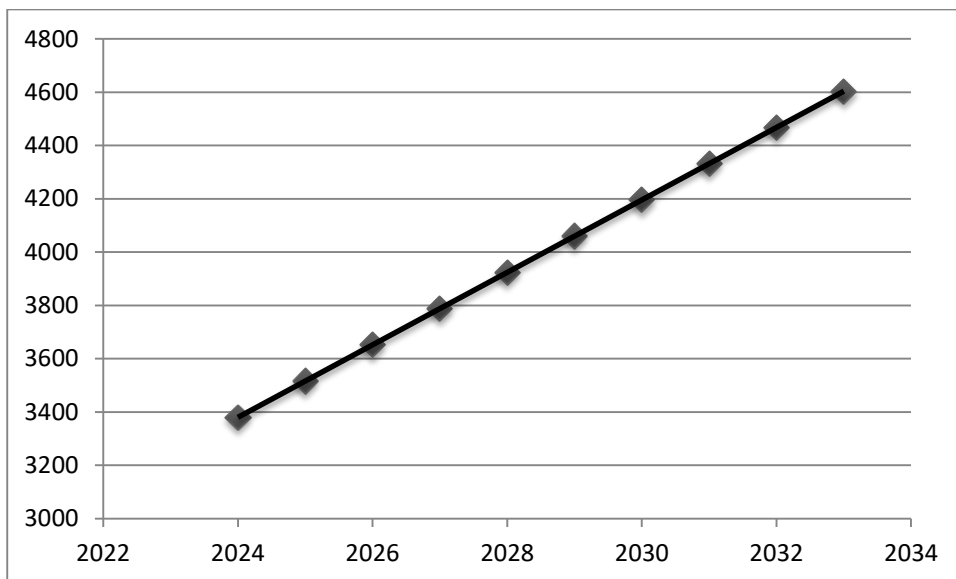
**Fuente:** Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro proyectado la demanda es creciente en el mercado nacional, lo que nos indica que la producción nacional debe incrementar para poder satisfacer el consumo interno y además poder exportar a los diferentes países de destino de Bolivia como lo son los países de Irlanda, Alemania, Suiza, Países Bajos entre otros.

Por lo tanto, demanda nacional futura nos indica que el proyecto en curso será aceptable por el mercado consumidor, ya que se tendrá el producto a precios considerables estableciéndolos por el mismo mercado, además poder cubrir la demanda insatisfecha que se tiene a nivel nacional y el excedente comercializarlo al exterior.



**FIGURA 1-8. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA NACIONAL DE ACEITE ESENCIAL DE NARANJA**



**Fuente:** Elaboración Propia.

### 1.10 Balance de la oferta y demanda de aceites esenciales

#### 1.10.1 Balance de la oferta y demanda proyectada a nivel internacional

**TABLA 1-23. BALANCE DE LA OFERTA Y DEMANDA PROYECTADA A NIVEL INTERNACIONAL**

| <b>AÑO</b>  | <b>DEMANDA (Tn)</b> | <b>OFERTA (Tn)</b> | <b>DEMANDA INSATISFECHA</b> |
|-------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| <b>2025</b> | 161.339,30          | 204.634,80         | 43.295,50                   |
| <b>2026</b> | 161.391,20          | 201.408,00         | 40.016,80                   |
| <b>2027</b> | 161.443,10          | 198.181,20         | 36.738,10                   |
| <b>2028</b> | 161.495,00          | 194.954,40         | 33.459,40                   |
| <b>2029</b> | 161.546,90          | 191.727,60         | 30.180,70                   |
| <b>2030</b> | 161.598,80          | 188.500,80         | 26.902,00                   |
| <b>2031</b> | 161.650,70          | 185.274,00         | 23.623,30                   |
| <b>2032</b> | 161.702,60          | 182.047,20         | 20.344,60                   |
| <b>2033</b> | 161.754,50          | 178.820,40         | 17.065,90                   |
| <b>2034</b> | 161.806,40          | 175.593,60         | 13.787,20                   |

**Fuente:** Elaboración propia

Como podemos ver en el análisis del balance no existe una brecha entre oferta y demanda, vale decir que no se evidencia una demanda insatisfecha, lo cual nos indica que este proyecto se estime en entrar al mercado captando parte de los consumidores.

**1.10.2 Balance de la oferta y demanda proyectada de aceite esencial de naranja (agrios) a nivel nacional**

**TABLA 1-24. BALANCE DE LA OFERTA Y DEMANDA PROYECTADA DE ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (AGRIOS) A NIVEL NACIONAL**

| <b>AÑO</b>  | <b>DEMANDA (Kg)</b> | <b>OFERTA (Kg)</b> | <b>DEMANDA INSATISFECHA</b> |
|-------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| <b>2025</b> | 3.380,4             | 166,2              | 3.214,2                     |
| <b>2026</b> | 3.516,3             | 183,5              | 3.332,8                     |
| <b>2027</b> | 3.652,2             | 200,7              | 3.451,5                     |
| <b>2028</b> | 3.788,1             | 218,0              | 3.570,2                     |
| <b>2029</b> | 3.924,0             | 235,2              | 3.688,8                     |
| <b>2030</b> | 4.060,0             | 252,5              | 3.807,5                     |
| <b>2031</b> | 4.195,9             | 269,7              | 3.926,2                     |
| <b>2032</b> | 4.331,8             | 287,0              | 4.044,8                     |
| <b>2033</b> | 4.467,7             | 304,2              | 4.163,5                     |
| <b>2034</b> | 4.603,6             | 321,5              | 4.282,2                     |

**Fuente:** Elaboración propia

Como podemos ver en el balance nacional existe una brecha entre la demanda-oferta, vale decir que se tiene una demanda insatisfecha a la cual se pretende cubrir con este proyecto y parte de la producción exportar al mercado exterior y tener una buena participación para en lo próximo poder expandir nuestro producto a los diferentes mercados consumidores en el exterior.

## **CAPÍTULO II. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN**

## **2.1 Justificación del tamaño**

Por lo pronto se especifica el tamaño de producción de la Planta de Procesamiento de jugos de cítricos APROCA/ECOFRUT, que tiene una capacidad ya estimada a procesar de 4.000kg/h=4Tm/h, de lo cual se obtendrá 2.000L/h de jugo de naranja y otros cítricos. En lo cual la materia prima (cascara) generada aproximadamente para la obtención del producto es 1.190kg/h, del cual se obtendrá 7,378kg/h de aceite esencial de naranja el cual está presente en la corteza de la naranja.

### **a). Ciclo de vida del Proyecto**

Vida del Proyecto = 20 años

Etapas Instalación = 1 año

Etapas Operativa (funcionamiento) = 18 años

- Etapa de Transición a Capacidad Máxima de Producción = 5 años
- Etapa Constante de Producción = 13 años

El desarrollo inicial del proyecto de factibilidad (Etapa de Instalación) se efectuará durante el año 2026 y de acuerdo a la política de comercialización se establece el inicio de producción el año 2027.

La capacidad máxima de producción de Planta se programó alcanzar en 5 años comprendido del 2027 al 2031.

Y finalmente la prosecución de 13 años con producción constante en Planta, comprendida en el periodo de años de 2031 a 2044.

### **b). Demanda insatisfecha**

Si las condiciones determinadas en el estudio de mercado del proyecto permanecen constantes, de acuerdo al análisis de la proyección de la demanda y oferta se vio la existencia de una demanda insatisfecha, lo cual nos permite ejecutar nuestro proyecto positivamente.

Detalle del calendario anual de las materias primas (naranja) a procesar:

**TABLA 2-1. CALENDARIO ANUAL DE PRODUCCIÓN DE MATERIA PRIMA NARANJA**

| Fruta          | Mes |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
|----------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
|                | 1º  | 2º | 3º | 4º | 5º | 6º | 7º | 8º | 9º | 10º | 11º | 12º |
| <b>NARANJA</b> | X   |    |    |    |    |    | X  | X  | X  | X   | X   | X   |

**Fuente:** Elaboración Propia

**c). Disponibilidad de materia prima.**

La oferta de materias primas, para la zona de influencia del proyecto, es el factor delimitante del tamaño de la Planta estableciendo que el procesamiento de las mismas corresponderá a casi su totalidad con una programación de producción máxima de Planta de cinco años, para tal efecto se recurrirá al uso del Rendimiento Materia Prima/Producto Terminado, lo cual se detallará más adelante en el Balance de Materia del capítulo iii ingeniería del proyecto.

**e). Probabilidad de aceptación de un producto nuevo.**

El producto a elaborar obtendrá los parámetros y estándares requeridos para el mercado, siendo así una buena aceptación del aceite esencial de naranja en el mercado Nacional y departamental (Tarija), sin olvidar fuera del país lo cual existe una demanda del producto, donde los precios serán accesibles y acorde de las expectativas del mercado consumidor.

Por lo expuesto se determina que las metas propuestas en la política de comercialización del Proyecto, se procesaran en casi su totalidad concentrándose la planta en cubrir las necesidades de consumo del mercado.

## **2.2 Justificación de la localización**

**a). - Macro localización**

Esta consiste en la selección de una zona más o menos amplia que presenta condiciones aceptables, para la ubicación de la planta, predominado, según el caso, los criterios de tipo económico, social y políticos.

Además, la misma señala concretamente la ubicación del proyecto: departamento, provincia, región o zona considerando los servicios básicos mano de obra, comunicación, transporte y otros.

Por el alcance que pretende el Proyecto, el mismo se ubica en la provincia Cercado de la ciudad de Tarija, zona el portillo carretera al chaco Km 12 (ver Fig.4-1) determinándose que la planta debe estar en este lugar ya que el mercado para el producto está bien accesible y económico para su transporte del mismo.

**FIGURA 2-1. PROCESADORA APROCA/ECOFRUT**





Las industrias demandantes del producto se encuentran a nivel nacional y departamental, como así fuera del país.

**b). - Micro localización**

La selección del lugar específico donde está la Planta de Procesamiento de cítricos APROCA/ECOFRUT está sujeta a varios factores imprescindibles que dieron lugar a su instalación respectiva:

**Factores determinantes y de decisión de la localización**

Criterios que son considerados en la localización de la Planta procesadora:

- A. **Disponibilidad de Mano de Obra:** Para que exista una perfecta correspondencia entre los requerimientos de mano de obra actual y futura estos deben ser proporcionados.
- B. **Transporte de Materia Prima:** La región en estudio cuenta con vía de comunicación terrestre para el adecuado transporte de materias primas mediante la disponibilidad de camiones propios para evitar gastos de fletes y otros.
- C. **Transporte de Producto:** Se contempla la disponibilidad de vías de comunicación terrestre y con disponibilidad de empresas transportistas de carga para la entrega del producto terminado, el mismo tendrá que ser accesible para los consumidores.



- D. **Agua:** la planta cuenta con el suministro constante y permanente, de agua potable para el personal de la Planta, y se tiene previsto la construcción de un pozo privado para su uso y así reducir los gastos económicos.
- E. **Electricidad:** se cuenta con el mismo para el funcionamiento de los equipos de la Planta, así como también para la iluminación de la misma.
- F. **Combustibles:** se consideran las fuentes más cercanas de abastecimiento de combustible y el sistema de abastecimiento de combustibles fósiles requeridos por los vehículos de transporte de materias primas y transporte del personal.
- G. **Terreno:** La Disponibilidad de los terrenos en las dimensiones requeridas para servir las necesidades actuales y las expectativas de crecimiento futuro de la Empresa creada por el Proyecto es otro Factor relevante que hay que considerar.
- H. **Eliminación de Desechos:** Durante el Proceso Productivo de la Planta se generan, agua residual por lo tanto ya se cuenta con el control y regulación de los mismos.
- I. **Talleres de Mantenimiento:** Se cuenta con la existencia de Talleres de Mantenimiento Mecánico y/o Tornerías instalados en la Planta, que realicen el mantenimiento y reparación de las piezas indispensables de los Equipos y Maquinarias involucradas en el Procesamiento.

## **CAPÍTULO III. INGENIERÍA DE PROYECTO**

### **3.1 Características técnicas de la materia prima y producto**

#### **3.1.1 Características físicas**

##### **Tamaño y peso del fruto:**

La naranja Valencia cultivada en Tarija presenta un diámetro promedio entre 67 y 72 mm, con un peso aproximado de 170 a 200 gramos por fruto. El fruto tiene forma redondeada a ligeramente ovalada, con una relación diámetro/altura cercana a 1,01. (D. Benítez, 2016. “Extracción de aceite esencial de la cascara de naranja”).

##### **Espesor y composición de la cáscara:**

La cáscara tiene un espesor total que varía entre 2,7 y 3,7 mm, compuesta por dos capas: el flavedo (parte externa, rica en glándulas oleaginosas) y el albedo (parte interna, fibrosa). La humedad de la cáscara fresca está alrededor del 68%, lo que facilita la penetración del vapor durante la extracción. (D. Benítez, 2016. “Extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja”).

**TABLA 3-1. PARÁMETROS PROMEDIOS DE LA VARIEDAD SELECCIONADA**

| <b>PARÁMETROS</b>               | <b>NARANJA (VALENCIA)</b> |
|---------------------------------|---------------------------|
| Peso (g)                        | 216                       |
| Volumen (cm <sup>3</sup> )      | 268                       |
| Diámetro transversal (cm)       | 8,5                       |
| Grosor de cáscara (mm)          | 4,3                       |
| Jugo (%)                        | 49                        |
| Aceite esencial (%)             | 2,00 *                    |
| Solubles esencial (°Brix)       | 10                        |
| Densidad (g/ml)                 | 1,035                     |
| pH                              | 3,95                      |
| Acidez valorable (% A. cítrico) | 0,8                       |
| Indicé de maduración            | 12,5                      |

**Fuente:** D. Benítez, 2016. “Extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja”.

### **3.1.2 Características químicas**

#### **Contenido de sólidos solubles totales (°Brix):**

En Tarija, el grado Brix de la naranja Valencia se encuentra entre 6,1% y 7,5%, inferior a estándares internacionales, pero representativo del clima y suelo local. Este parámetro indica la concentración de azúcares solubles y afecta la calidad organoléptica. (D. Benítez, 2016. “Extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja”).

#### **pH y acidez:**

El pH del jugo varía con la madurez, generalmente incrementándose conforme el fruto madura, con valores cercanos a 3.5-4.0 en estados óptimos para cosecha. La acidez titulable es alta en etapas iniciales y disminuye con la madurez. (D. Benítez, 2016. “Extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja”).

#### **Composición del aceite esencial en la cáscara:**

El aceite esencial extraído de la cáscara contiene predominantemente limoneno (>90%), junto con  $\beta$ -mirceno, linalool y  $\alpha$ -pineno en concentraciones menores. El índice de refracción del aceite es aproximadamente 1.4748 y su densidad relativa 0.8469, con un pH cercano a 6.98. (D. Benítez, 2016. “Extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja”).

#### **Contenido de azúcares y otros compuestos en la cáscara:**

La cáscara presenta azúcares totales alrededor de 2.66%, azúcares reductores 0.23%, hidratos de carbono 12.92%, cenizas 1.27%, humedad 84.29% y proteína 1.02%. (D. Benítez, 2016. “Extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja”).

**TABLA 3-2. COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CÁSCARA DE NARANJA**

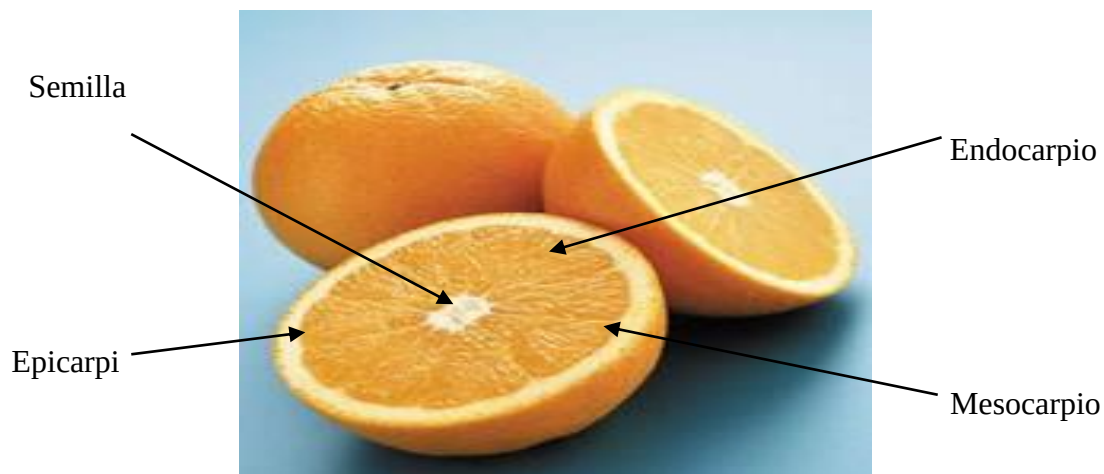
| <b>Parámetro</b>       | <b>Valor</b>    |
|------------------------|-----------------|
| Solidos Solubles °Brix | 7;1 $\pm$ 1;2   |
| pH                     | 3;93 $\pm$ 0;03 |
| Total De acidez g      | 0;29 $\pm$ 0;03 |
| Índice de formol       | 34 $\pm$ 2;4    |
| Humedad%               | 85;9 $\pm$ 1;6  |
| Grasa% (DM)            | 1;55 $\pm$ 0;17 |
| Ceniza% (DM)           | 3;29 $\pm$ 0;19 |
| Proteína% (DM)         | 6;16 $\pm$ 0;23 |
| Carbohidratos% (DM)    | 89;0 $\pm$ 1;1  |
| Azucars Neutrales      | 3;8 $\pm$ 0;3   |
| Ácido irónico          | 7;1 $\pm$ 0;9   |
| Lignina                | 3;2 $\pm$ 0;4   |
| Pectina% (DM)          | 17 $\pm$ 5      |

**Fuente:** D. Benítez, 2016. “Extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja”

**TABLA 3-3. COMPOSICIÓN DE DIFERENTES VARIEDADES DE NARANJA**

| <b>Detalle</b>                | <b>Washington Navel</b> | <b>Navelate</b> | <b>Cadenera</b> | <b>Valencia Lavel</b> |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| Peso medio, gramos            | 192                     | 178             | 143             | 152                   |
| Corteza, pelado %             | 30                      | 26              | 31              | 32                    |
| Corteza, expresión %          | 45                      | 41              | 42              | 45                    |
| Jugo, %                       | 48                      | 52              | 53,5            | 50                    |
| Sol. Solubles Brix            | 11                      | 10,5            | 11              | 11                    |
| Acidez,<br>gr,citricanh/100ml | 1,44                    | 1,41            | 1,43            | 1,52                  |
| Vitamina C mg/100ml           | 51                      | 52              | 57              | 53                    |

**Fuente:** D. Benítez, 2016. “Extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja”.

**FIGURA 3-1. ESTRUCTURA DE LA NARANJA**

**Fuente:** D. Benítez, 2016. “Extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja”.

### **3.1.3 Características técnicas del producto**

#### **3.1.3.1 Aceite esencial de naranja**

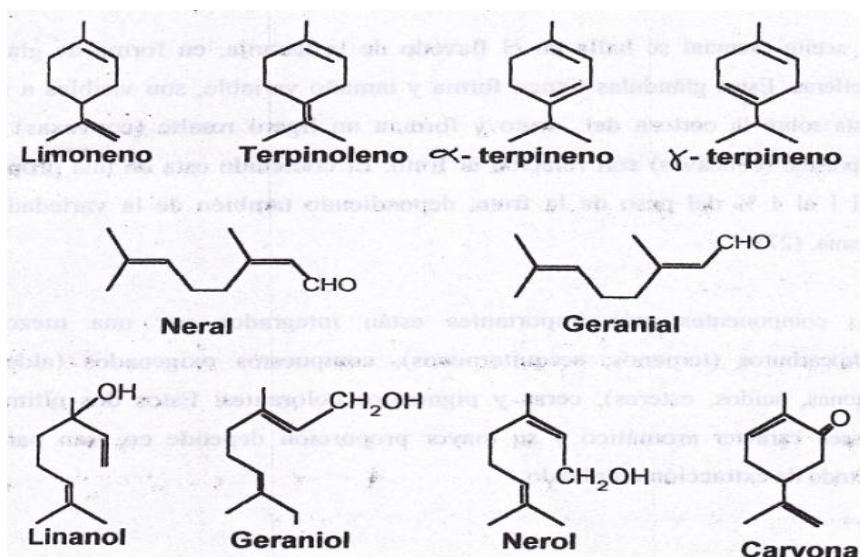
El aceite esencial de los cítricos es una sustancia líquida de mediana viscosidad de color y olor, característico del cítrico del cual es extraído.

Están constituidos por una mezcla de compuestos volátiles contenidos en los sacos odoríferos de la cáscara de los cítricos. Entre los componentes más importantes se tienen terpenos, sesquiterpenos, alcoholes superiores, aldehídos, cetonas, esterres y ceras. Los aceites esenciales de los cítricos se utilizan principalmente como

saborizantes y odorantes en la fabricación de bebidas, productos de repostería, perfumería, en la medicina y entre otros.

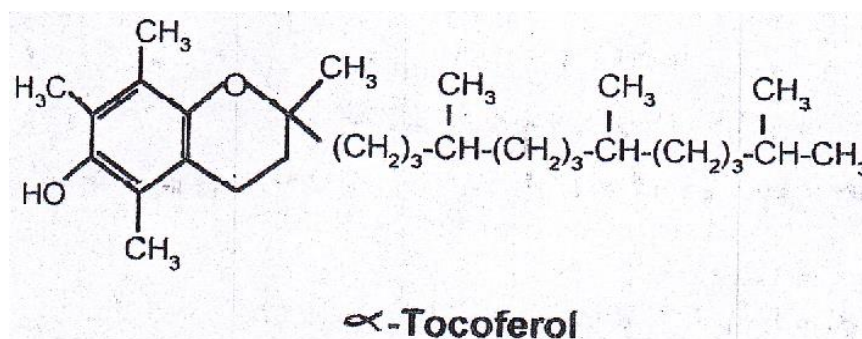
Los aceites esenciales son sustancias orgánicas, de origen vegetal que poseen olor aromático y consistencia oleosa, volátil a temperatura ambiente, insoluble en agua y relativamente soluble en alcohol. El aceite esencial recuperado de la piel de naranja se usa en las industrias de saborizantes, materiales de limpieza, cosmético y perfumes. Se observa un mejor rendimiento de extracción a medida que se aumenta el flujo y se aumenta la presión. (Cerón S. I., A.C., 2010)

**FIGURA 3-2. ESTRUCTURA DE ALGUNOS COMPONENTES DEL ACEITE ESENCIAL**



Los aceites se forman en las partes verdes (con clorofila) del vegetal y al crecer la planta son transportadas a otros tejidos, en concreto a los brotes en flor.

La fracción no volátil está constituida por hidrocarburos de cadena larga, ácidos grasos saturados y no saturados, ceras, esteroides, carotenos, flavonoides, cumarinas y tocoferoles. La presencia de tocoferoles contribuye, con su poder antioxidante a la estabilidad del aceite esencial, el contenido de carotenoides también es importante porque contribuyente al buen color de las bebidas preparadas.



Conservado en condiciones habituales, es muy propenso a la descomposición y adquiere rápidamente olor a trementina. (Gennaro, A. R., 2003)

**TABLA 3-4. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE ACEITE ESENCIAL DE LA CÁSCARA DE NARANJA**

| PROPIEDAD            | VALOR      |
|----------------------|------------|
| Índice de refracción | 1,458±0,12 |
| gravedad específica  | 0,843±0,1  |
| pH                   | 4,3±0,01   |

**Fuente:** I. Cerón, C. Cardona (2010). *Evaluación del proceso integral para la Obtención de aceite esencial y Pectina a Partir de cáscara de naranja*. Universidad EAFIT

### 3.2 Descripción de los procesos existentes para la elaboración del producto

Los aceites esenciales se pueden extraer mediante diferentes procesos como: prensado, destilación con vapor de agua, extracción con vapor de agua, extracción con solventes volátiles, enfleurage y con fluidos supercríticos. (Rodríguez, A. M., Alcaraz, M. L., Real, C. S. M., 2012)

#### 3.2.1 Extracción por prensado

El material vegetal es exprimido mecánicamente para liberar el aceite y este es recolectado y filtrado. Este método es utilizado para la extracción de esencias cítricas. (Rodríguez, A. M., Alcaraz, M. L., Real, C. S. M., 2012)

También se le conoce como “expresión”. El material vegetal es sometido a presión, bien sea en prensas tipo bach o en forma continua; dentro de estos se tienen los equipos:



Tornillo sin fin de alta o de baja presión, extractor expeller, extractor centrífugo, extractor decanter y rodillos de prensa. Para los cítricos antiguamente se empleó el método manual de la esponja, especialmente en Italia, que consiste en exprimir manualmente las cáscaras con una esponja hasta que se empapa de aceite, se exprime entonces la esponja y se libera el aceite esencial. Otros métodos corresponden a raspado, como el del estilete o “escuelle”, donde la fruta se pone a girar en un torno y con un estilete se raspa la corteza únicamente; permanentemente cae un rocío de agua que arrastra los detritos y el aceite liberado. Otro proceso emplea una máquina de abrasión similar a una peladora de papas, la “pellatrice” y también hace uso del rocío de agua. En estos procesos la mezcla detritos-agua-aceite se centrifuga a 5000 rpm durante 40 minutos y el aceite esencial recuperado se coloca en una nevera a 3°C durante 4 horas, para solidificar gomas y ceras que se localizan en la superficie. El aceite esencial se guarda en recipientes oscuros a 12°C. Los aceites obtenidos por prensado y/o raspado, se lo comercializa como “expresión en frío” y cumplen las funciones de odorizantes (smell oils) y saborizantes (taste oils).

(Paredes, P. D., Quinatoa, Ch. F., 2010).

### **3.2.2 Extracción con solventes volátiles**

La muestra seca y molida se pone en contacto con solventes como alcohol o cloroformo. Estos compuestos solubilizan el aceite esencial, pero también extraen otras sustancias como grasas y ceras, obteniéndose al final una esencia impura. Se utiliza a escala de laboratorio, pues a nivel industrial resulta costoso por el alto valor comercial de los solventes y porque se obtienen esencias mezcladas con otras sustancias. (Rodríguez, A. M., Alcaraz, M. L., Real, C. S. M., 2012)

### **3.2.3 Método de enfleurage**

El material vegetal a tratar se pone en contacto con una grasa. La esencia es solubilizada en la grasa que actúa como vehículo extractor. Se obtiene inicialmente una mezcla (el concreto) de aceite esencial y grasa la cual es separada posteriormente por otros medios físico-químicos.

En general se recurre al agregado de alcohol caliente a la mezcla y su posterior enfriamiento para separar la grasa (insoluble) y el extracto aromático (absoluto). Esta técnica es empleada para la obtención de esencias florales (rosa, jazmín, azahar, etc.), pero su bajo rendimiento y la difícil separación del aceite extractor la hacen costosa. (Rodríguez, A. M., Alcaraz, M. L., Real, C. S. M., 2012)

### FIGURA 3-3. MÉTODO DE ENFLEURAGE



Fuente: Pagina web, 2013. Disponible en: [www.umdiewelt.de](http://www.umdiewelt.de)

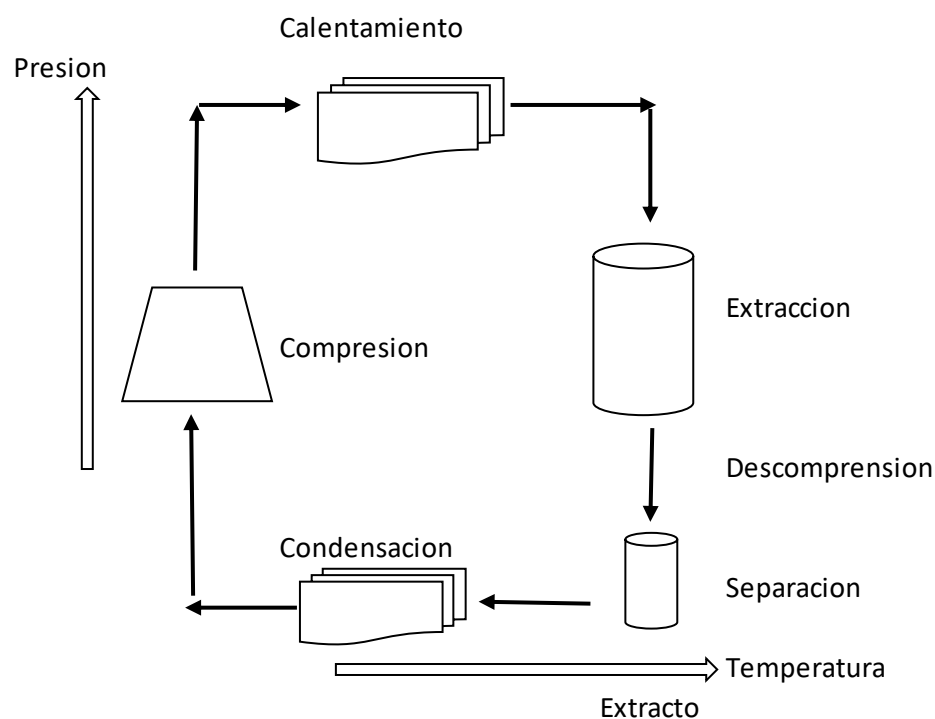
#### 3.2.4 Método de extracción con fluidos supercríticos

El principio básico de esta técnica se basa en el cambio de propiedades de transporte y de solubilidad que presenta un solvente en este estado. Para el caso de dióxido de carbono como fluido en estado supercrítico dos factores compiten en la influencia de la solubilidad de los solutos. Al incrementar la temperatura se incrementa la presión de vapor del soluto y por lo tanto su solubilidad; sin embargo, simultáneamente a un incremento en la temperatura se disminuye la densidad del CO<sub>2</sub> con lo cual tiende a decrecer la solubilidad del soluto. Conforme la presión se incrementa por encima del punto crítico del dióxido de carbono (7.38MPa), la densidad del fluido se vuelve menos dependiente de la temperatura y la presión de vapor del soluto se vuelve dominante, de manera que la solubilidad del soluto se incrementa con la temperatura.

Es de desarrollo más reciente. El material vegetal cortado en trozos pequeños, licuado o molido, se empaqueta en una cámara de acero inoxidable y se hace circular a través de

la muestra un fluido en estado supercrítico (por ejemplo, CO<sub>2</sub>). Las esencias son así solubilizadas y arrastradas mientras que el fluido supercrítico, que actúa como solvente extractor, se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente. Finalmente se obtiene una esencia cuyo grado de pureza depende de las condiciones de extracción. Este procedimiento presenta varias ventajas: alto rendimiento, fácil eliminación del solvente (que además se puede reciclar), no se alteran las propiedades químicas de la esencia por las bajas temperaturas utilizadas para su extracción. Sin embargo, el equipo requerido es relativamente costoso, ya que se requieren bombas de alta presión y sistemas de extracción también resistentes a las altas presiones. (Rodríguez, A. M., Alcaraz, M. L., Real, C. S. M., 2012)

**FIGURA 3-4. MÉTODO DE EXTRACCIÓN CON FLUIDOS SUPERCRÍTICOS**



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.5 Destilación con agua o hidrodestilación

Consiste en poner a hervir agua, bien sea por fuego directo, camisa de vapor o camisa de aceite, en la cual se ha sumergido previamente el material vegetal, preferiblemente en polvo, con el objeto de que el vapor de agua ejerza su acción en el mayor número posible de partículas vegetales.

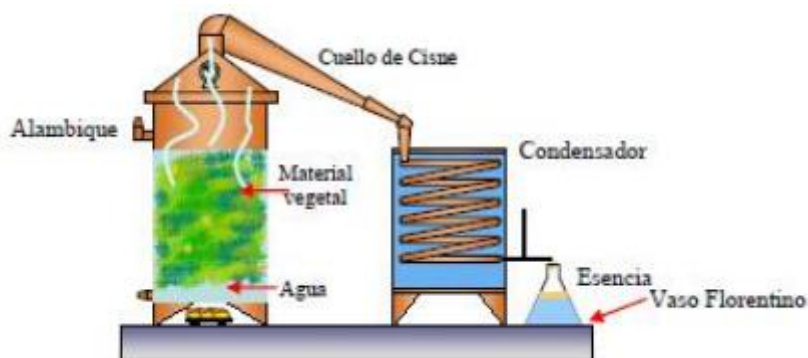
Similar al arrastre con vapor, el vapor producido arrastra los aceites esenciales hasta otro recipiente donde se condensan y se separan.

Éste sistema de extracción tiene el inconveniente de que la temperatura que se emplea provoca que algunos compuestos presentes en las plantas se degraden y se pierdan.

El material vegetal aromático siempre debe encontrarse en contacto con el agua, para así evitar el sobrecalentamiento y la carbonización del mismo. Debe mantenerse en constante agitación para evitar que se aglomere o sedimente al adherirse a las paredes del recipiente, lo cual puede provocar también su degradación térmica.

Dado que generalmente no es posible colocar suficiente agua para sostener todo el ciclo de destilación, se han diseñado equipos que presentan un tubo de cohobación lateral que permite el retorno de agua hacia el recipiente de destilación.

**FIGURA 3-5. EQUIPO PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL POR HIDRODESTILACIÓN**



**Fuente:** Márquez D., 2011. *Evaluación del rendimiento en la obtención del aceite “piper aurutum kunth” mediante la hidrodestilación asistida por microondas.*

**Ventajas:** Involucran un bajo costo de fabricación del equipo y su operación no requiere de servicios de energía eléctrica, instalaciones auxiliares para la generación de vapor, aire u otros.

**Desventajas:** La extracción del aceite volátil es incompleta, ofrece una menor eficiencia energética con respecto a la destilación con vapor o vapor/agua y es aplicable sólo cuando las cargas son relativamente pequeñas. Por ser un sistema particularmente empleado en zonas rurales, se realiza como un arte y normalmente no se opera bajo condiciones óptimas de tiempo y temperatura. (Sistema de bibliotecas SENA., 2012)

### **3.2.6 Destilación por arrastre con vapor de agua**

La destilación por arrastre con vapor se emplea con frecuencia para separar aceites esenciales de tejidos vegetales. Los aceites esenciales son mezclas complejas de hidrocarburos, terpenos, alcoholes, compuestos carbonílicos, aldehídos aromáticos y fenoles y se encuentran en hojas, cáscaras o semillas de algunas plantas.

Los aceites esenciales están almacenados en glándulas, conductos, sacos, o simplemente reservorios dentro del vegetal, por lo que es conveniente desmenuzar el material. Para exponer esos reservorios a la acción del vapor de agua.

(Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Puebla 2006)

Es el proceso más común para extraer aceites esenciales, más no es aplicable a flores ni a materiales que se apelmazan. En esta técnica se aprovecha la propiedad que tienen las moléculas de agua en estado de vapor de asociarse con moléculas de aceite.

La extracción se efectúa cuando el vapor de agua entra en contacto con el material vegetal y libera la esencia, para luego ser condensada. Con el fin de asegurar una mayor superficie de contacto y exposición de las glándulas de aceite, se requiere picar el material según su consistencia.

El vapor puede ser inyectado desde una caldera externa o desde una cámara en la parte inferior del tanque extractor.

**Desventaja:** Pueden ocurrir procesos colaterales como polimerización y resinificación de los terpenos; así como hidrólisis de esteres y destrucción térmica de algunos componentes.

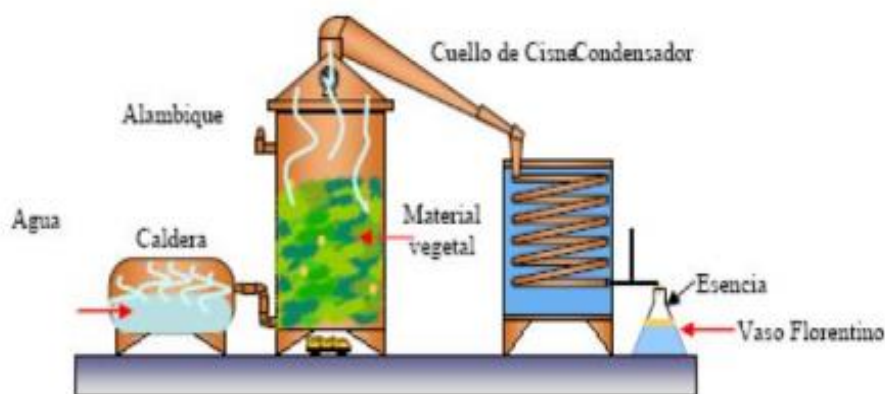
**Ventajas:** Energéticamente es más eficiente, se tiene un mayor control de la velocidad de destilación, existe la posibilidad de variar la presión del vapor, y el método satisface mejor las operaciones comerciales a escala, al proveer resultados más constantes y reproducibles. (Sistema de bibliotecas SENA., 2012)

### 3.2.7 Tanque extractor con caldera

El vapor de agua se inyecta desde una caldera externa por medio de tubos difusores, ubicados en la parte inferior de la masa vegetal que se coloca sobre una parrilla interior de un tanque extractor.

El vapor de agua provoca que los aceites esenciales se difundan desde las membranas de la célula hacia fuera. Los vapores de agua y aceite esencial que salen, se enfrían hasta regresar a la fase líquida, y se separan en un decantador. (Sistema de bibliotecas SENA., 2012)

**FIGURA 3-6. TANQUE EXTRACTOR CON CALDERA**



**Fuente:** Márquez D., 2011. *Evaluación del rendimiento en la obtención del aceite “piper aurutum kunth” mediante la hidroddestilación asistida por microondas.*

### 3.2.8 Tanque extractor con cámara de agua

Es un método mejorado, donde la carga el material vegetal se coloca sobre una malla que sirve como un fondo falso y no permite el contacto directo con el agua. Una vez iniciado el proceso, el agua dentro del alambique se lleva hasta ebullición y el vapor generado, pasa a través del material vegetal. Consecuentemente, se evita que el material vegetal se queme ya que la cámara de agua lo protege del calentamiento directo. Es importante que el vapor de agua generado pase a través de la materia carga uniformemente para garantizar la extracción completa de la esencia.

**FIGURA 3-7. TANQUE EXTRACTOR CON CÁMARA DE AGUA**



**Fuente:** Márquez D., 2011. *Evaluación del rendimiento en la obtención del aceite “piper aurutum kunth” mediante la hidrodestilación asistida por microondas.*

### 3.3 Procesos industriales aplicados a los A. E.

Estos procesos se aplican para separar y concentrar los componentes, para facilitar su procesamiento industrial o simplemente para homogenizar la calidad. Entre ellos tenemos:

**Extracción:** Es el primer paso en la obtención de un AE crudo, existen varios métodos como: enfleurage, arrastre con vapor, extracción con solventes, fluidos supercríticos, percolación y expresión.

**Rectificación:** Es el proceso más común, consiste en fraccionar en una columna de rectificación el AE obteniéndose porciones que son analizadas individualmente.

Aquellas que tengan una misma calidad se juntan. Generalmente un AE se fracciona en tres partes: cabeza o fracción liviana, el corazón o parte media y las fracciones pesadas.

**Fraccionamiento:** Semejante al anterior, pero con una partición más específica, Ej.

Los AE con 60-70% de citral se fraccionan tratando de eliminar los compuestos que lo acompañan para obtener un 90-97% de pureza.

**Desterpenado:** Al eliminar los terpenos, cuando estos no tienen la propiedad organoléptica que se persigue, mejora la solubilidad en agua del AE y concentra el sabor y el olor.

Los sistemas de desterpenación utilizados son los siguientes:

- 1- Destilación fraccionada a vacío.
- 2- Extracción con disolvente
- 3- Cromatografía de adsorción
- 4- Nuevas tecnologías

**Descerado:** Cuando un AE es extraído por expresión y no por arrastre por vapor, contiene, además de la fracción volátil terpénica compuestos como las ceras del epicarpio de los frutos.

**Filtración:** Para eliminar las impurezas de la AE crudos se filtran con ayuda de tierras filtrantes u otros materiales que retienen el agua residual (sulfato de sodio anhidro, carbonato de magnesio etc.)

**Reacciones Químicas:** Para obtener nuevos productos aromáticos con mayor valor agregado, con notas más agradables, entre ellas se encuentran: esterificación (cedro, vetiver y menta), hidrogenación (citronela), hidratación (trementina).

**Decoloración:** Para esencias con colores fuertes (patchulí, palo santo, clavo).

**Lavado:** Para mejorar el olor desagradable debido a la presencia de ácidos y fenoles se lava con soluciones de hidróxido de sodio al 1% o carbonato de sodio al 10%.



**Estandarización:** No es un proceso industrial en sí, surge como una necesidad de homogenizar o normalizar la calidad de un producto debido a la infinidad de variables que modifican sus características. Se realiza para cumplir con las exigencias de la industria la cual requiere las mismas características independientemente del origen, año y época de cosecha.

**Aislamiento de Productos Específicos:** Algunas esencias son comercializadas para aislarles algunos componentes mayoritarios como el eugenol de la esencia de clavo o el cedrol de las del cedro. (Instituto de Investigación Alexander Von Humboldt. 2003)

### **3.4 Análisis de los diferentes métodos de extracción y selección del más adecuado**

Para la selección del método de extracción de aceite esencial de naranja, se considera principalmente el método en el cual se aplique de mejor manera los conocimientos adquiridos durante la descripción de los mismos en las diferentes bibliografías adquiridas como así también los conocimientos dados en Ingeniería química, además por las ventajas que muestre.

**TABLA 3-5. VENTAJAS DE LOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN**

| <b>MÉTODOS DE EXTRACCIÓN</b>                | <b>VENTAJAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ENFLEURAGE</b>                           | Gran calidad del aceite esencial obtenido.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>EXTRACCIÓN CON SOLVENTES</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Uso de temperaturas bajas.</li> <li>· Posibilidad de separación de componentes individuales</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>EXTRACCIÓN POR PRENSADO</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Es una tecnología bien conocida hace años, pero todavía tiene sus detalles y secretos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>EXTRACCIÓN CON FLUIDOS SUPERCRÍTICOS</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Alto rendimiento</li> <li>· Ecológicamente limpio.</li> <li>· Fácil retiro y reciclaje del solvente.</li> <li>· Bajas temperaturas de extracción</li> <li>· No hay alteración química del aceite.</li> <li>· Cambiando parámetros operacionales se puede cambiar la composición del aceite extraído.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>HIDRODESTILACIÓN</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· No se requiere de un calderín generador de vapor</li> <li>· Son muy utilizados en el campo.</li> <li>· Son fáciles de instalar, se pueden llevar de un sitio a otro.</li> <li>· Son baratos.</li> <li>· Seguros, fáciles de operar y presentan un consumo energético bajo.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· La extracción por arrastre de vapor es un proceso de extracción muy limpio que asegura un producto de buena calidad.</li> <li>· Se requiere de instalaciones básicas de herrería para la construcción y mantenimiento del equipo.</li> <li>· Método industrial y de laboratorio.</li> <li>· Buenos rendimientos en aceite extraído.</li> <li>· Obtención del aceite puro, libre de solvente.</li> <li>· Bajo costo.</li> <li>· Tecnología no sofisticada.</li> <li>· Aplicación de principios de ingeniería Mecánica y Química.</li> </ul> |

TABLA 3-6. DESVENTAJAS DE LOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

| MÉTODOS DE EXTRACCIÓN               | DESVENTAJAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENFLEURAGE                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Es un método antiguo que ya no se emplea.</li> <li>· Es un método muy laborioso.</li> <li>· Requiere mucha mano de obra.</li> <li>· Esta ampliamente superado técnicamente por otros métodos alternativos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| EXTRACCIÓN CON SOLVENTES            | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Costoso.</li> <li>· Contaminante del ambiente.</li> <li>· Riesgo de incendio y explosión.</li> <li>· Difícil de separar completamente el solvente sin alterar la composición del aceite.</li> <li>· Co-extracción de ácidos grasos, ceras y pigmentos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| EXTRACCIÓN POR PRENSADO             | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Cuando el aceite sale de la prensada todavía tiene muchas impurezas que deben ser eliminadas.</li> <li>· La mezcla detritos-agua-aceite se centrifuga a 5.000 rpm durante 40 min y el aceite esencial recuperado se coloca en una nevera a 3°C durante 4 hrs, para solidificar gomas y ceras que se localizan en la superficie.</li> <li>· El aceite esencial se debe guardar en recipientes oscuros a 12°C.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    |
| EXTRACCIÓN CON FLUIDOS SUPERCRTICOS | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ácidos grasos, pigmentos y ceras también pueden ser extraídos junto con el aceite esencial.</li> <li>· Alta inversión inicial.</li> <li>· Los aceites producidos son más coloreados.</li> <li>· Tienden a presentar un cierto olor a quemado.</li> <li>· Siempre van a requerir una etapa posterior de refinación.</li> <li>· Su principal inconveniente es la alta temperatura de operación, que lo hace inapropiado para aquellos aceites esenciales con componentes sensibles al calor.</li> <li>· Una operación incorrecta de este método puede producir un aceite esencial de baja calidad y con evidente aroma a tostado.</li> </ul> |
| HIDRODESTILACIÓN                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Para la elección del método más conveniente se elabora la siguiente matriz de decisión:

**TABLA 3-7. SELECCIÓN DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE LA CÁSCARA DE NARANJA**

| Necesidades                       |     | Métodos de extracción   |     |                                    |     |                                   |     |                                 |     |                         |                     |
|-----------------------------------|-----|-------------------------|-----|------------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|---------------------------------|-----|-------------------------|---------------------|
|                                   |     | Extracción por prensado |     | Extracción con fluido supercrítico |     | Extracción por arrastre con vapor |     | Extracción por hidrodestilación |     | Extracción por solvente | Método de enflorado |
| Aplicable a la cascara de naranja |     | SI                      |     | SI                                 |     | SI                                |     | SI                              |     | NO                      | NO                  |
| Costo                             | 40% | alto                    | 2   | muy alto                           | 0   | bajo                              | 6   | medio                           | 4   |                         |                     |
| Calidad del aceite obtenido       | 30% | Buena                   | 6   | Muy buena                          | 8   | Buena                             | 6   | Regular                         | 4   |                         |                     |
| Rangos de P y T accesibles.       | 30% | SI                      | 10  | NO                                 | 0   | SI                                | 10  | SI                              | 10  |                         |                     |
| TOTAL                             | 100 |                         | 560 |                                    | 240 |                                   | 720 |                                 | 580 |                         |                     |

**Fuente:** elaboración propia, 2024

### 3.5 Descripción del proceso seleccionado

El método seleccionado para la extracción de aceite esencial de naranja está basado en los criterios descritos anteriormente y es la “**EXTRACCIÓN POR ARRASTRE CON VAPOR**”, el mismo que consta de elementos y equipos tales como: generador de vapor, extractor, condensador y separador, los cuales se diseñan y seleccionan con criterios y fundamentos de Ingeniería.

El proceso de producción adoptado y los equipos seleccionados corresponden a un criterio de concepción de una fábrica de aceite esencial de naranja. Las diferentes etapas del proceso se llevan a cabo siguiendo una secuencia lineal que abarca las diferentes operaciones.

La extracción por arrastre con vapor se hace en tres fases: la fase de calentamiento, la fase de extracción y la fase de enfriamiento. En estas tres fases hay transferencia de calor de diferentes maneras y en la fase de extracción hay adicionalmente transferencia de masa.

#### 3.5.1 Fase de calentamiento

El procedimiento comienza con la preparación meticulosa de la materia prima y del sistema de extracción. Se seleccionan cáscaras frescas de naranja variedad valencia, asegurando que estén limpias, libres de daños mecánicos y sin presencia de contaminantes. Las cáscaras se someten a un corte uniforme, obteniendo fragmentos de aproximadamente  $0,5 \text{ cm}^2$  con un espesor de  $0,35 \text{ cm}$ , dimensiones que facilitan una óptima liberación del aceite esencial durante la destilación. Posteriormente, se pesan entre 300 y 900 gramos y se cargan en las bandejas perforadas del extractor, distribuidas en tres niveles para asegurar un contacto homogéneo con el vapor.

El generador de vapor se pone en marcha, produciendo vapor saturado a una presión controlada de  $1,15 \text{ atm}$  y una temperatura de  $97^\circ\text{C}$ . Este vapor se conduce a través de tuberías aisladas térmicamente para evitar pérdidas de calor, hasta la cámara de extracción. Durante un periodo aproximado de 10 minutos, el vapor transfiere calor por convección y conducción a las cáscaras y a las paredes del extractor, elevando la

temperatura interna de la materia prima. Este calentamiento gradual provoca la ruptura de las células oleaginosas que contienen el aceite esencial, facilitando su posterior liberación.

Se monitorean las temperaturas en la parte superior e inferior del extractor mediante termómetros instalados estratégicamente, asegurando uniformidad térmica y evitando puntos calientes o fríos que puedan afectar la calidad del aceite. El sistema cuenta con doble camisa aislante compuesta por lana de vidrio y calamina, y un cierre hermético con bisagras y seguros que minimizan las pérdidas térmicas y garantizan la seguridad operativa. El control del flujo y presión del vapor se realiza mediante válvulas reguladoras para mantener las condiciones óptimas durante toda la fase de calentamiento (D. Benítez vega, 2016).

#### **3.5.1.1 Maquinaria para fase de calentamiento: Generador de vapor**

El generador de vapor es el corazón de la fase de calentamiento. Se trata de una caldera diseñada para producir vapor de agua a presión y temperatura controladas. En el contexto de la extracción de aceites esenciales de naranja, el equipo debe operar a una presión de aproximadamente 1,15 atm y una temperatura de 97 °C, con un flujo de vapor de 2,1 gramos por segundo.

La caldera puede ser de tipo eléctrico, a gas o a leña, dependiendo de la disponibilidad local y la escala de producción. Está fabricada en acero inoxidable para resistir la corrosión y soportar altas temperaturas. Incluye un sistema de control de presión y temperatura, manómetros, válvulas de seguridad y un sistema de alimentación de agua.

El vapor generado se transporta a través de tuberías aisladas térmicamente para evitar pérdidas de calor y condensación prematura antes de llegar al siguiente equipo.

En resumen, el generador de vapor es robusto, seguro y de fácil mantenimiento, diseñado para operar de manera continua durante el proceso de extracción (Balboa Laura, 2016).

### **3.5.2 Fase de extracción**

Con la temperatura estabilizada, inicia la fase de extracción propiamente dicha. El vapor saturado circula a través de la cama de cáscaras durante un tiempo total de 4,5 horas, manteniendo un flujo constante de 2,1 gramos por segundo y una presión estable de 1,15 atm. Durante este periodo, el vapor actúa como agente transportador y solvente físico, arrastrando los compuestos volátiles del aceite esencial, principalmente limoneno, que representa el 97,6% del aceite extraído.

El diseño del extractor incluye bandejas perforadas que soportan la carga vegetal y permiten una distribución homogénea del vapor, evitando zonas muertas o sobrecalentamientos. La doble camisa aislante y el cierre hermético aseguran la conservación térmica y la integridad del proceso. La transferencia de masa se produce desde las glándulas oleaginosas hacia el vapor, que fluye de abajo hacia arriba, garantizando una extracción eficiente y continua.

Durante la extracción, se controla rigurosamente el flujo y la presión del vapor para evitar la formación de emulsiones o arrastre de impurezas. Se registra un rendimiento promedio de 0,26% en peso respecto a la materia prima, con un aceite esencial de alta pureza y calidad. La extracción concluye cuando la cantidad de aceite esencial extraído se estabiliza, indicando que se ha recuperado la mayor parte del aceite sin degradación térmica. (D. Benítez vega, 2016).

#### **3.5.2.1 Maquinaria para fase de extracción: Extractor por arrastre de vapor**

El extractor por arrastre de vapor es el equipo donde ocurre la transferencia de masa y la extracción del aceite esencial desde la materia prima.

Se trata de un recipiente hermético, generalmente cilíndrico, fabricado en acero inoxidable o vidrio borosilicato, resistente a la corrosión y a choques térmicos. El volumen de la cámara de extracción varía según la escala (desde 3 litros en laboratorio hasta 1000 litros en industria).

En su interior dispone de bandejas o canastos perforados de acero inoxidable donde se colocan las cáscaras de naranja desmenuzadas (hasta 3 kg en equipos experimentales).

El extractor cuenta con una entrada inferior para el vapor y una salida superior para los vapores cargados de aceite. El diseño asegura que el vapor atraviese uniformemente la masa vegetal, maximizando la extracción.

El equipo incluye doble camisa aislante para mantener la temperatura interna, termómetros para monitoreo en diferentes puntos, y un sistema de cierre hermético con bisagras y seguros para evitar fugas de vapor.

Es de fácil limpieza, instalación y operación, preparado para uso continuo y adaptable a diferentes escalas de producción (Balboa Laura, 2016).

### **3.5.3 Fase de enfriamiento**

Una vez que el vapor saturado, cargado con el aceite esencial volatilizado, abandona la cámara de extracción, ingresa al condensador de serpentín. Este equipo está diseñado para maximizar la transferencia térmica y lograr la condensación eficiente de la mezcla vapor-aceite. El serpentín está fabricado en acero inoxidable y presenta un diámetro variable, decreciendo desde 25 mm en la entrada hasta 15 mm en la salida, lo que incrementa la velocidad del vapor y favorece la condensación completa.

El agua de enfriamiento circula a una temperatura controlada de 10 °C en contracorriente respecto al flujo de vapor. Esta configuración contracorriente optimiza el coeficiente de transferencia de calor, que alcanza valores cercanos a 850 W/m<sup>2</sup>°C, garantizando la condensación total del vapor. El diseño del serpentín y el control del flujo de agua fría son críticos para evitar fluctuaciones térmicas que puedan generar emulsiones o pérdidas de compuestos volátiles.

Durante la condensación, el vapor se transforma en una mezcla líquida bifásica compuesta por agua y aceite esencial. Esta mezcla se dirige al recipiente decantador, donde la separación física inicial se facilita por la diferencia de densidades entre ambas fases. El control preciso de la temperatura en esta etapa es fundamental para mantener



la estabilidad del aceite y evitar su degradación por exposición prolongada a temperaturas elevadas. (D. Benítez vega, 2016).

### **3.5.3.1 Maquinaria para fase de enfriamiento: Condensador de serpentín**

El condensador de serpentín es el equipo encargado de transformar la mezcla de vapor de agua y aceite esencial en una mezcla líquida mediante enfriamiento.

Está construido en acero inoxidable o vidrio borosilicato, materiales que aseguran resistencia química y térmica. El serpentín tiene un diámetro decreciente (de 25 mm a 15 mm) para optimizar la transferencia de calor y la eficiencia de la condensación.

El condensador se instala en posición vertical u horizontal y está rodeado por una camisa o tanque por donde circula agua fría a 10 °C en contracorriente respecto al vapor, lo que maximiza la eficiencia del enfriamiento.

El diseño permite que el vapor se condense completamente y se recoja en estado líquido en un recipiente colector o decantador, facilitando la posterior separación del aceite esencial y el agua floral.

El condensador es fácil de desmontar para limpieza y mantenimiento, y está dimensionado para soportar la operación continua y los volúmenes de producción requeridos (Balboa Laura, 2016).

### **3.5.4 Decantación y separación**

La mezcla líquida condensada se traslada al decantador, un recipiente diseñado para permitir la separación por gravedad del aceite esencial y el agua residual. El aceite, con una densidad aproximada de 0,84 g/mL, flota sobre el agua debido a su menor densidad. Se deja reposar la mezcla durante un tiempo mínimo de 45 minutos para asegurar una separación clara y nítida entre las fases.

Para optimizar la pureza y eliminar emulsiones o partículas suspendidas que dificultan la separación, la mezcla se somete a centrifugación a 3500 rpm durante 15 minutos.

Esta operación mejora significativamente la calidad del aceite esencial, facilitando la remoción de impurezas y agua residual.

Posteriormente, se procede a la deshidratación del aceite mediante la adición de sulfato de sodio anhidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) en una proporción del 5% en peso respecto al volumen de aceite. Este agente deshidratante absorbe la humedad residual, evitando la formación de emulsiones y mejorando la estabilidad del producto. El aceite se deja reposar con el sulfato durante 24 horas, tiempo durante el cual se produce la absorción del agua.

Finalmente, el aceite se filtra para eliminar el sulfato hidratado y cualquier partícula sólida remanente. Durante esta etapa, se realizan análisis físico-químicos rigurosos que incluyen cromatografía de gases para verificar la composición química y concentración de limoneno, índice de refracción para confirmar la pureza óptica, medición de densidad y determinación del contenido de humedad mediante técnicas como Karl Fischer. Estos controles garantizan que el aceite esencial cumpla con los estándares de calidad industrial y mantenga sus propiedades organolépticas. (D. Benítez vega, 2016).

#### **3.5.4.1 Maquinaria de decantación y separación**

**Recipientes de decantación o tanques de sedimentación:** Son contenedores diseñados para permitir la separación por gravedad de las dos fases líquidas resultantes de la condensación: el aceite esencial y el agua floral residual. Estos recipientes deben ser de material inerte, como acero inoxidable o vidrio, para evitar contaminación del producto. Su diseño facilita el reposo de la mezcla durante un tiempo suficiente (al menos 45 minutos) para que el aceite se separe claramente sobre el agua, aprovechando la diferencia de densidades.

**Equipo centrifugador:** Para acelerar y mejorar la separación, se utiliza una centrífuga industrial que somete la mezcla a fuerzas centrífugas elevadas (por ejemplo, alrededor de 3500 rpm). Este equipo permite eliminar emulsiones y partículas suspendidas que dificultan la separación natural, incrementando la pureza y calidad del aceite esencial. La centrífuga debe ser de construcción robusta, con bowl hermético para evitar

pérdidas y contaminación, y con controles que permitan ajustar velocidad y tiempo de centrifugación según las características del producto (Balboa Laura, 2016).

### **3.5.5 Envasado y Almacenamiento**

Los aceites esenciales pueden conservarse durante y por lo menos un año, con la condición de cumplir algunas reglas estrictas de envasado y almacenaje. Conviene ante todo evitar la acción del aire, agua, luz y oxidantes en general.

El aceite esencial purificado se traslada a la etapa final de envasado, donde se emplean frascos de vidrio ámbar que protegen el producto de la luz ultravioleta, principal causante de la fotodegradación de los compuestos volátiles. El llenado se realiza bajo atmósfera de nitrógeno al 99,9%, desplazando el oxígeno para minimizar la oxidación y prolongar la vida útil del aceite.

Los frascos se sellan herméticamente con tapas de polipropileno o aluminio recubierto, asegurando un cierre que impida la entrada de aire y humedad. El etiquetado incluye información sobre lote, fecha de producción, composición y recomendaciones de almacenamiento, facilitando la trazabilidad y control de calidad.

El almacenamiento se realiza en cámaras con temperatura controlada entre 15 y 20 °C y humedad relativa baja, evitando la exposición directa a la luz solar y fuentes de calor. Estas condiciones ambientales son esenciales para preservar la estabilidad química y sensorial del aceite esencial durante un periodo mínimo de 12 meses.

Se implementan controles periódicos de calidad durante el almacenamiento, evaluando parámetros como olor, color, índice de refracción y composición química para detectar cualquier alteración. Además, se recomienda evitar movimientos bruscos o vibraciones que puedan favorecer la formación de emulsiones o la degradación del producto.

Este cuidadoso manejo envasado y almacenamiento garantiza que el aceite esencial de naranja mantenga sus propiedades organolépticas, fisicoquímicas y funcionales, asegurando su idoneidad para aplicaciones en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica. (D. Benítez vega, 2016).

### 3.5.5.1 Maquinaria de envasado y almacenamiento

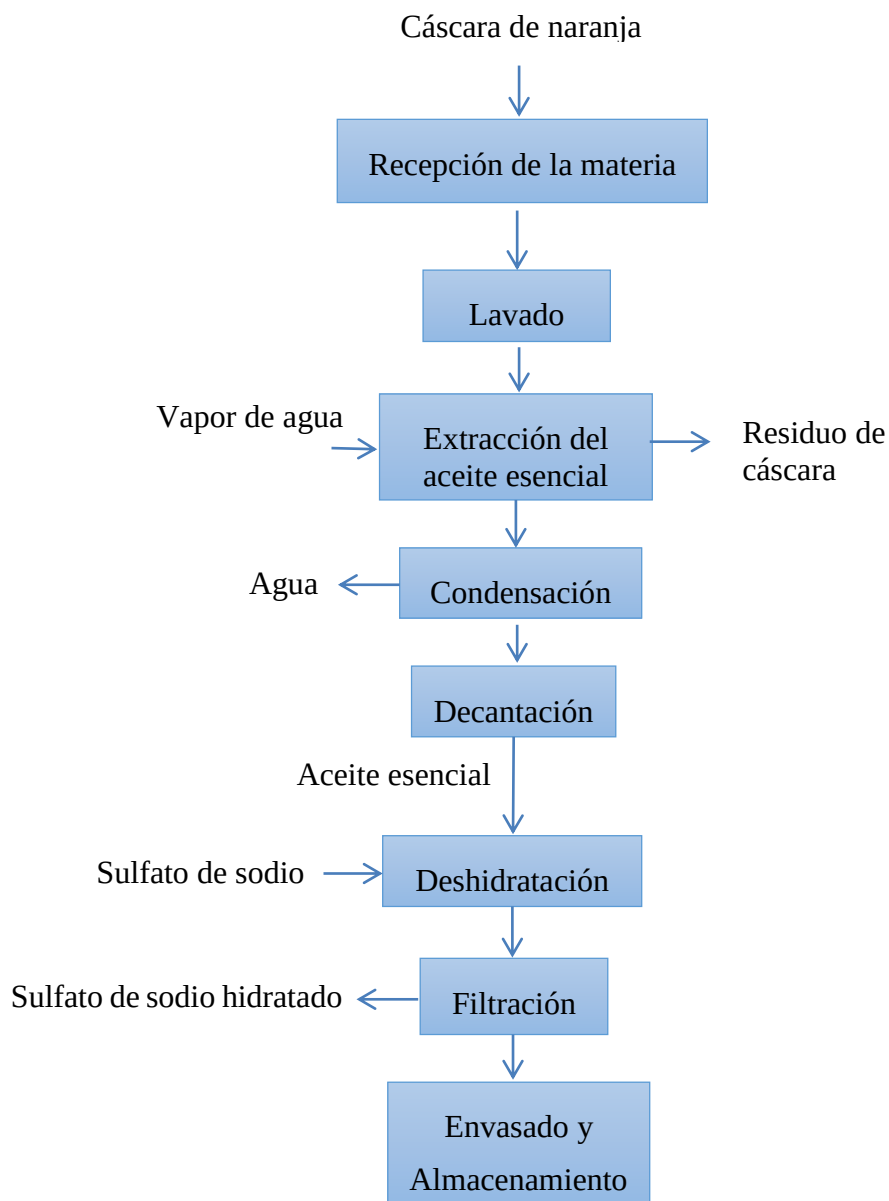
**Sistema de envasado automático o semiautomático:** Equipos para llenar frascos de vidrio ámbar con el aceite esencial, preferentemente bajo atmósfera de nitrógeno para minimizar la oxidación.

**Selladora hermética:** Máquina para cerrar los frascos con tapas de polipropileno o aluminio, asegurando un sellado que impida la entrada de aire y humedad.

**Etiquetadora:** Para colocar información de lote, fecha, composición y recomendaciones en cada envase.

**Cámaras de almacenamiento controladas:** Espacios con control de temperatura (15-20 °C) y humedad relativa baja, protegidos de la luz directa y fuentes de calor, para conservar la estabilidad del aceite esencial (Balboa Laura, 2016).

### 3.6 Diagrama de flujo. Extracción de aceite esencial de naranja

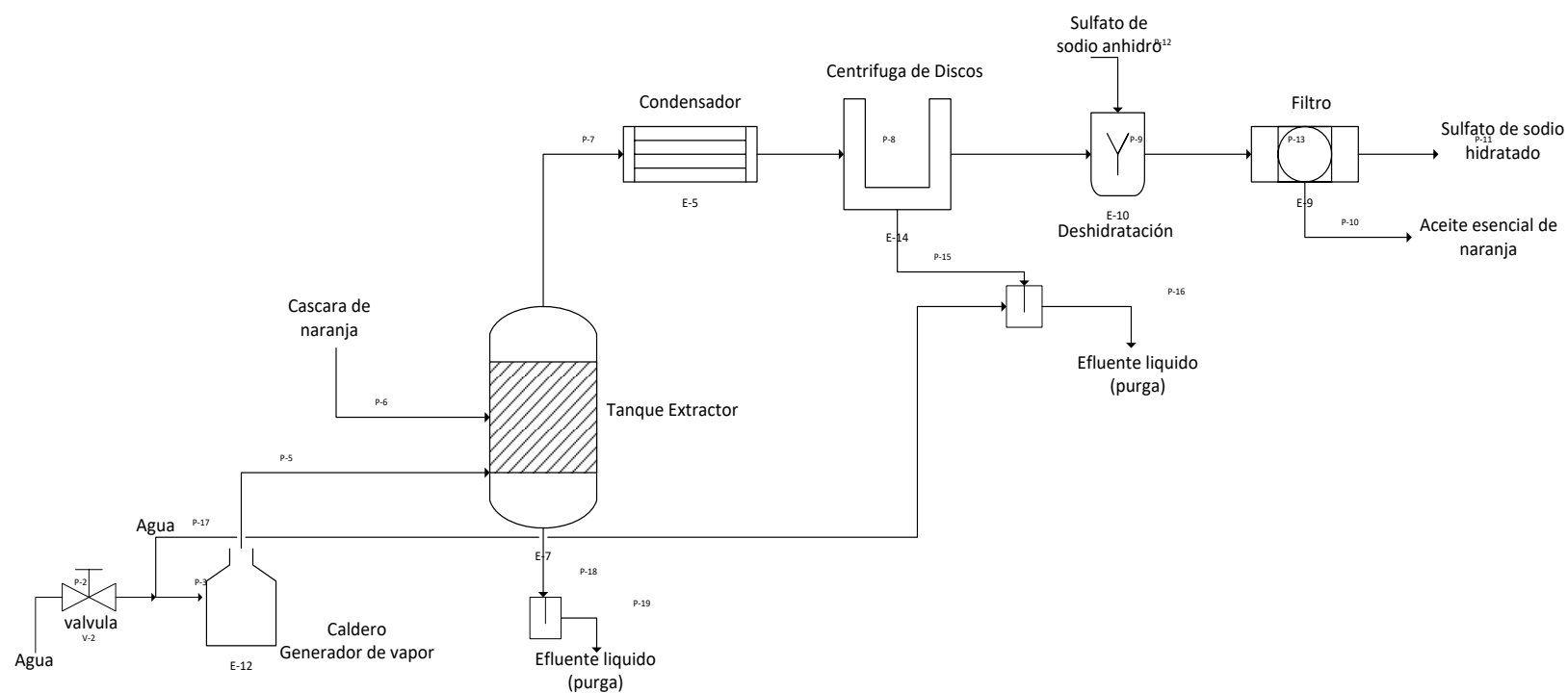


**Fuente:** Elaboración propia, 2024

### 3.7 Diagrama de flujo del proceso

**FIGURA 3-8. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO**

#### Diagrama de flujo del proceso para la obtención de aceite esencial a partir de cáscara de naranja



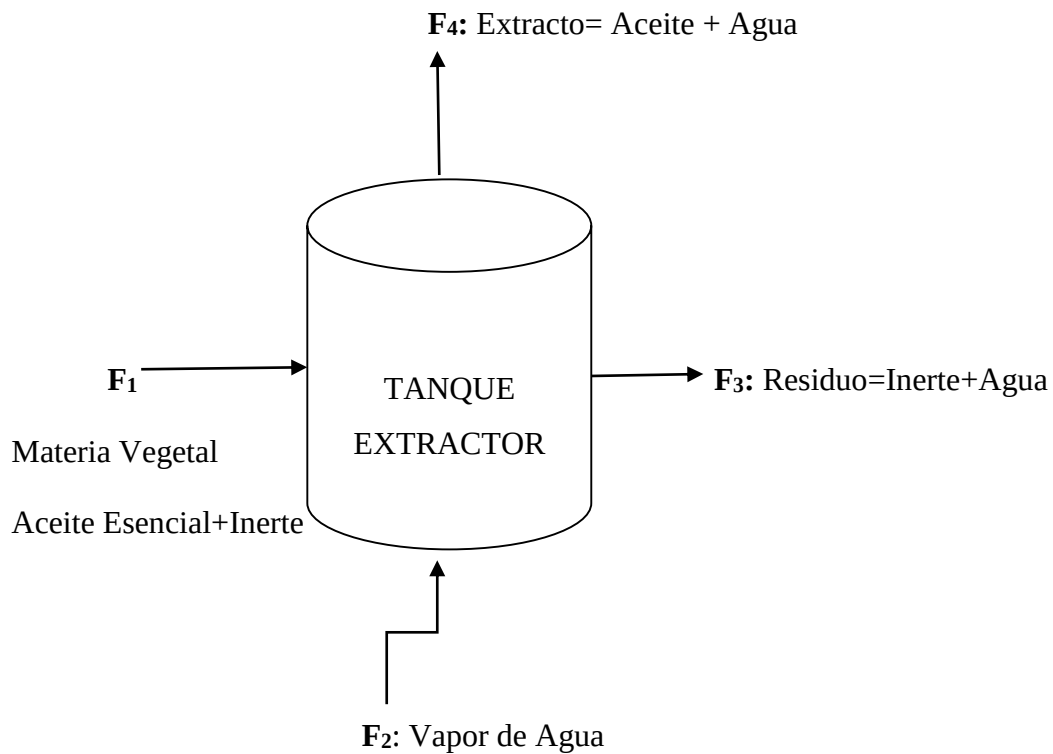
**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.8 Balances de materia y energía

#### 3.8.1 Balance de materia

##### 3.8.1.1 Balance del tanque extractor

**FIGURA 3-9. BALANCE DEL TANQUE EXTRACTOR**



Balance General:  $F_1 + F_2 = F_3 + F_4$  ..... Ec.3-1

De bibliografías estudiadas de extracciones de aceite esencial se tiene que para 1Kg de materia vegetal se necesita 0,5Kg de vapor. (Benítez D., 2016. “*Extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja*”)

Entonces nuestra carga, cascara de naranja es 1.190Kg/h.

El vapor necesario teóricamente es:  $0,5\text{kg} \times 1190\text{kg} = 595\text{kg/h}$  vapor de agua

Flujo de vapor de agua

$$F_2=595\text{kg/h}.....\text{Ec.3-2}$$

### Flujo de alimentación

$$F_1=1.190\text{kg/h}.....\text{Ec.3-3}$$

### Determinación de los flujos de hidrolato y aceite esencial.

$$F_4 = F_{4(A.E)} + F_{4(\text{agua})}.....\text{Ec.3-4}$$

De bibliografías anteriores como (Benítez, D, 2016. “Extracción de aceite esencial de cáscara de naranja”) se obtuvo 24.5ml de 600g de cascara.

$$\text{Entonces: } \frac{1.190\text{kgcascara} * 0,0245\text{L}}{0,6\text{kgcascara}} = 48,59\text{L}$$

$$F_{4(A.E)} = 0,845\text{kg/L} * 48,59\text{L} = 41,058\text{kg/h}.....\text{Ec.3-5}$$

$$\text{Tenemos que: } F_{1(A.E)} = F_{4(A.E)} = 41,058\text{kg/h}.....\text{Ec.3-6}$$

$$\text{Además: } F_{1(\text{inerte})} = F_{3(\text{inerte})}.....\text{Ec.3-7}$$

$$\text{Balance a la entrada: } F_1 = F_{1(\text{inerte})} + F_{1(A.E)}.....\text{Ec.3-8}$$

Reemplazando (3) y (6) en (8)

$$F_{1(\text{inerte})} = (1.190 - 41,058) \text{ kg/h} = 1.148,941\text{kg/h}.....\text{Ec.3-9}$$

Para fines de cálculo se tomó datos teóricos de bibliografías anteriores para saber el suministro de agua necesario: (Benítez, D.2016. “Extracción de aceite esencial de cascara de naranja”)

Para condensar 2,722kg de extracto se requiere 4kg agua entonces para fines de cálculo asumimos que el extracto resultante es agua, es decir 595kg.

$$\text{Entonces: } \frac{2,722\text{kg.agua} * 595\text{kg.agua}}{4\text{kg.agua}} = 404,89\text{kg/h.agua}$$

$$F_{4(\text{agua})} = 404,89\text{kg}.....\text{Ec.3-10}$$

### Flujo de extracto

$$F_4 = F_{4(\text{agua})} + F_{4(A.E)} = (404,89 + 41,058) \text{ kg/h} = 445,95\text{kg/h}.....\text{Ec.3-11}$$



Determinación del residuo vegetal al final de la extracción

$$F_3 = F_{3(\text{agua})} + F_{3(\text{inerte})} \dots \text{Ec.3-12}$$

$$\text{Para el inerte: } \frac{1.190\text{kg.cascara} * 0,6813\text{kg.inerte}}{0,6\text{kg.cascara}} = 1.351,245\text{kg/h}$$

$$F_{3(\text{inerte})} = 1.351,245\text{kg/h} \dots \text{Ec.3-12}$$

Para el agua de residuo restamos  $F_1$  con  $F_{3(\text{inerte})}$ :

$$F_{3(\text{agua})} = F_1 + F_{3(\text{inerte})}$$

$$F_{3(\text{agua})} = (1.190 - 1.351,245)\text{kg/h} = 161,245\text{kg/h} \dots \text{Ec.3-13}$$

Entonces:

$$F_3 = (161,245 + 1.351,245)\text{kg/h} = 1.512,49\text{kg/h} \dots \text{Ec.3-14}$$

$$\text{De (3) tenemos: } F_{1(\text{inerte})} = F_{3(\text{inerte})} = 1.351,245\text{kg/h} \dots \text{Ec.3-15}$$

Determinación de vapor de agua real:

De bibliografías estudiadas anteriormente se tiene teóricamente que:

0,5kg vapor de agua se usa para 1kg de materia vegetal, entonces:

$1.190\text{kg/h} * 0,5\text{kg} = 595\text{kg/h}$  Teórico y lo requerido es:

$$F_2 = F_{3(\text{agua})} + F_{4(\text{agua})}$$

$$F_2 = (161,245 + 404,89)\text{kg/h} = 566,135\text{kg/h} \dots \text{Ec.3-15}$$

Pérdidas de los Afluentes

Las pérdidas estimadas son el residuo es decir el inerte más el agua, entonces:

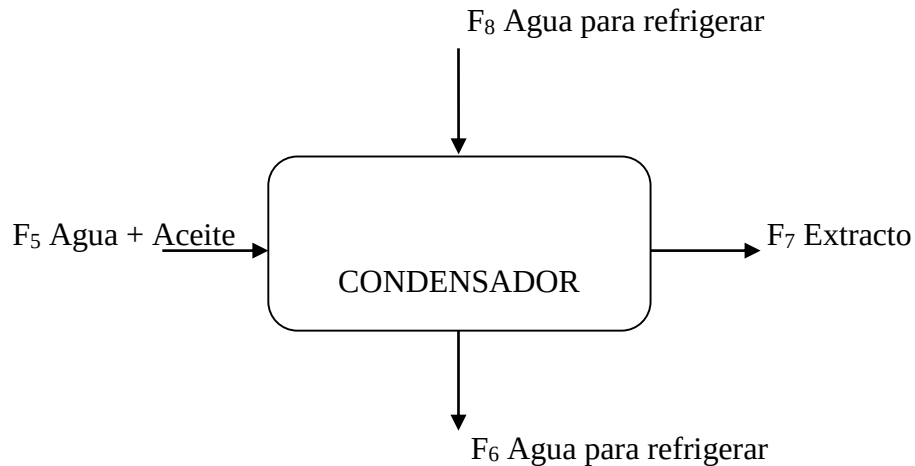
% Pérdida = ((cantidad de cascara procesada - cantidad de aceite esencial obtenido) / cantidad de cascara procesada) x100

$$\% \text{ Pérdida} = ((1.190\text{kg} - 41,06\text{kg}) / 1.190\text{kg}) \times 100$$

%Pérdida = 96,55% ; esto quiere decir que el 96,55% de la cáscara procesada se convierte en residuo (inerte más el agua).

### 3.8.1.2 Balance en el condensador

**FIGURA 3-10. BALANCE EN EL CONDENSADOR**



Se tiene de la Ec. (3-11) que  $F_4 = 445,95\text{kg/h}$

Flujo de salida del extracto:

Entonces:  $F_4 = F_5 = F_7 = 445,95\text{kg/h}$ .....Ec.3-16

Flujo de agua como refrigerante:

Se tiene que:  $F_8 = F_6$ .....Ec.3-17

De bibliografías anteriores como (Benítez, D, 2016. “Extracción de aceite esencial de cascara de naranja”) se obtuvo que para 2.742kg de mezcla de vapores se necesita 794.88kg de agua para refrigerar.

Entonces: 
$$\frac{445,95\text{kg.vapor} \cdot 4\text{kg.agua}}{2,742\text{kg.vapor}} = 650,55\text{kg.agua}$$

De (17) se tiene:

$F_8 = F_6 = 650,55\text{kg agua}$ .....Ec.3-18

Entonces el volumen de Agua requerido para el condensado será:

$$V = \frac{650,55\text{Kg}}{997\text{Kg} / \text{m}^3} = 0,652\text{m}^3 = 652\text{L}$$

Pérdidas de afluentes:

Las pérdidas en el condensador no son relevantes debido a que tan solo se requiere enfriar el extracto para eliminar el agua en el mismo. Sin embargo, podemos calcular la relación entre la cantidad de agua utilizada para enfriar y el flujo de extracto.

\*Relación = de agua para enfriar/flujo de extracto

\*Relación = 652litros/445,95kg

Asumiendo que la densidad del agua es aproximadamente 1kg/litro, podemos convertir la cantidad de agua para enfriar a kg.

\*Cantidad de agua para enfriar = 652kg

\*Relación = 652kg/445,95kg

\*Relación =1,46

Esto significa que se utiliza aproximadamente 1,46 veces más agua para enfriar que la cantidad de extracto que se está enfriando.

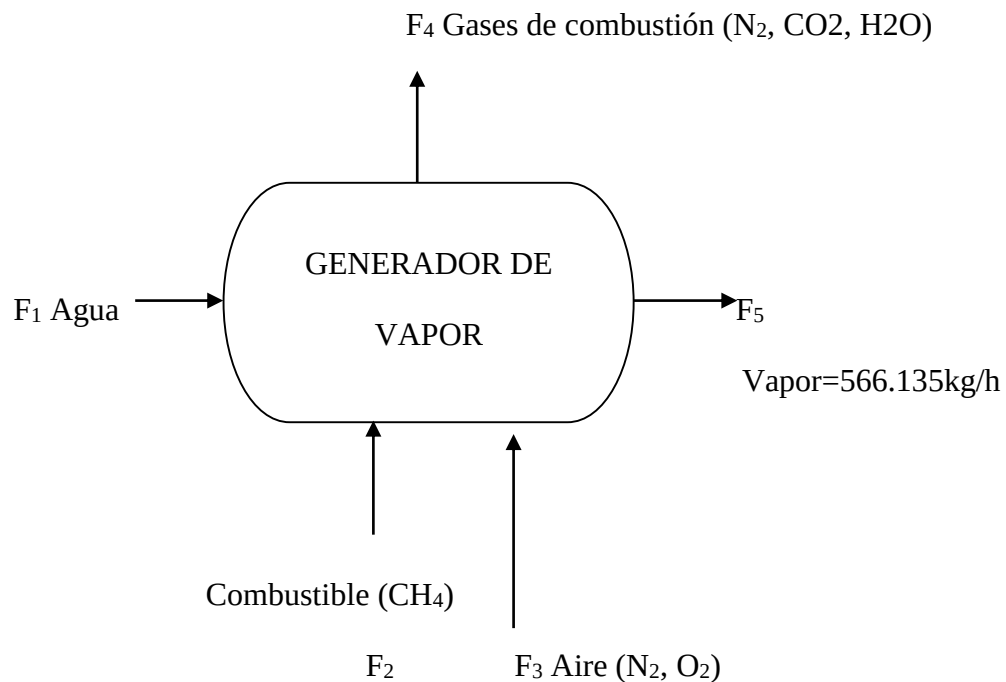
### **3.8.1.3 Balance en la caldera**

El sistema termodinámico que se encuentra con mayor frecuencia en aplicaciones de ingeniería es el sistema abierto. Dicho sistema se caracteriza por el hecho de que la masa y la energía pueden cruzar los límites del sistema. Los límites abiertos influyen en un gran número de aparatos prácticos que pueden ser subdivididos de manera conveniente en sistemas que experimentan un proceso de estado estable o un proceso transitorio. (Van Ness, Termodinámica)

Para los cálculos en el balance del generador de vapor, se tomó como sistema estacionario.

En primera instancia se calcula la cantidad de aire requerido para la combustión, para tal efecto se tiene:

- El aire teórico es la cantidad de aire que contiene el O<sub>2</sub> teórico.
- El aire en exceso es la cantidad en exceso del aire que alimenta a la caldera con respecto al aire teórico.

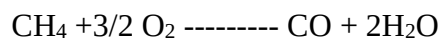
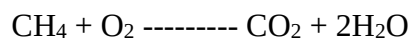


Determinación de agua entrante:

$$F_1 = F_5 = 566,135 \text{ kg/h} \dots \dots \dots \text{Ec.3-19}$$

$$\text{Es decir: } V = \frac{566,135 \text{ Kg} / \text{h}}{997 \text{ Kg} / \text{m}^3} = 0,567 \text{ m}^3 = 567 \text{ L/h}$$

Cálculo de aire requerido:



Se tiene Aire: 21%O<sub>2</sub> ; 79%N<sub>2</sub> y exceso de aire un 20%

$$\text{Para O}_2 : \frac{100 * 2 \text{ Kmol O}_2}{21} = 9,52 \text{ Kmol O}_2$$

Hay 20% de exceso  $O_2$ :

Aire en exceso =  $9,52 \cdot 0,2 = 1,904 \text{ kmol/h } O_2$

Si  $2 \text{ kmol } O_2 \text{-----} 21\%$

$X \text{-----} 79\%$  ;  $X = 7,52 \text{ kmol } N_2$

Aire total alimentado  $F_3 = \text{Aire teórico} + \text{Aire exceso}$

$$\frac{9,52 \text{ kmol } O_2 \cdot 32 \text{ kg } O_2}{2 \text{ kmol } O_2} = 152,32 \text{ kg/h } O_2$$

$$\frac{1,904 \text{ kmol } O_2 \cdot 32 \text{ kg } O_2}{3/2 \text{ kmol } O_2} = 40,62 \text{ kmol } O_2$$

Aire total alimentado  $F_3 = (152,32 + 40,62) \text{ kg/h} = 192,94 \text{ kg/h} \dots \dots \dots \text{Ec.3-20}$

$N_2$  (aire total) =  $192,94 \cdot 0,79 = 152,42 \text{ kg/h}$

$O_2$  (exceso) =  $40,62 \cdot 0,21 = 8,53 \text{ kg/h}$

Teóricamente se tiene que 95% de  $CH_4$  Rx el 5% no Rx.

$$\frac{16 \text{ kmol } CH_4 \cdot 95\% CH_4}{100\% CH_4} = 15,2 \text{ kmol } CH_4$$

$$\frac{15,2 \text{ kmol } CH_4 \cdot 16 \text{ kg } CH_4}{1 \text{ kmol } CH_4} = 243,2 \text{ kg/h. Re acciona}$$

$$\frac{16 \text{ kmol } CH_4 \cdot 5\% CH_4}{100\% CH_4} = 0,8 \text{ kmol } CH_4$$

$$\frac{0,8 \text{ kmol } CH_4 \cdot 16 \text{ kmol } CH_4}{1 \text{ kmol } CH_4} = 12,8 \text{ kg/h. No. reacciona}$$

Gases de combustión:

$$243,2 \text{ kg/Hch}_4 \cdot \frac{1 \text{ kmol } CH_4}{16 \text{ kg } CH_4} \cdot \frac{1 \text{ kmol } CO_2}{1 \text{ kmol } CH_4} \cdot \frac{44 \text{ kg } CO_2}{1 \text{ kmol } CO_2} = 668,8 \text{ kg/h } CO_2$$

$$243,2 \text{ kg/Hch}_4 \cdot \frac{1 \text{ kmol } CH_4}{16 \text{ kg } CH_4} \cdot \frac{2 \text{ kmol } H_2O}{1 \text{ kmol } CH_4} \cdot \frac{18 \text{ kg } H_2O}{1 \text{ kmol } H_2O} = 547,2 \text{ kg/h } H_2O$$

$$243,2\text{kg/Hch}_4 * \frac{1\text{kmolCH}_4}{16\text{kgCH}_4} * \frac{1\text{kmolCO}}{1\text{kmolCH}_4} * \frac{28\text{kgCO}}{1\text{kmolCO}} = 425,6\text{kg/hCO}$$

$$243,2\text{kg/Hch}_4 * \frac{1\text{kmolCH}_4}{16\text{kgCH}_4} * \frac{1\text{kmolN}_2}{1\text{kmolCH}_4} * \frac{28\text{kgN}_2}{1\text{kmolN}_2} = 425,6\text{kg/hN}_2$$

$$243,2\text{kg/Hch}_4 * \frac{1\text{kmolCH}_4}{16\text{kgCH}_4} * \frac{2\text{kmolO}_2}{1\text{kmolCH}_4} * \frac{32\text{kgO}_2}{1\text{kmolO}_2} = 972,8\text{kg/hO}_2$$

Entonces los gases de combustión:

$$F_4 = (668,8+547,2+425,6+972,8)\text{kg/h}=1641,4\text{kg/h} \dots\dots\dots \text{Ec.3-21}$$

$$\text{Combustible: } F_2 = 243,2\text{kg/h de CH}_4 \dots\dots\dots \text{Ec.3-22}$$

### 3.8.2 Balance de energía

#### 3.8.2.1 Caldero

Datos:  $T_{\text{agua}}=25^\circ\text{C}$

$$(H+E_c+E_p)_{\text{ent.}} - (H+E_c+E_p)_{\text{sal}} + Q + W = 0 \dots\dots\dots \text{Ec.3-23}$$

Como el sistema es estacionario se tiene que:

$$Q=H_{\text{sal}} - H_{\text{ent}} \dots\dots\dots \text{Ec.3-24}$$

Calculando tenemos que a  $T=25^\circ\text{C}$  la  $H_{\text{ent}} = 104,8\text{kJ/kg}$

Cálculo de  $H_{\text{sal}}$  ( $x=1$ , vapor saturado) a  $T=93^\circ\text{C}$  ebullición del agua en Tarija.

$$H_{\text{sal}} = 2.665\text{kJ/kg}$$

$$\text{Entonces de (24) se tiene: } Q_{\text{caldera}} = (2.665-104,8)\text{kJ/kg}=2.560,2\text{kJ/kg} \dots\dots \text{Ec.3-25}$$

En el sistema no hay cambio de fase, calor sensible:

$$Q_c = m_{\text{agua}} C_{p_{\text{agua}}} \Delta T ; Q_c = 566,135\text{kg} \times 1\text{kcal/kg}^\circ\text{C} \times (93-25^\circ\text{C}) = 38.497,18\text{kcal} \dots \text{Ec.3-26}$$

Evaporación, cambio de fase, calor latente:

$$Q_{\text{ev}} = m * \lambda$$

$\lambda$ : calor latente de vaporización a temperatura de ebullición (93°C);  $\lambda=2.275,4\text{kJ/kg}$

m: masa de agua evaporada.

$$Q_{ev} = 566,13\text{kg} \cdot 2275,4\text{kJ/kg} = 1.288.172,20\text{kJ} \cdot 0.239 = 30.788,31\text{kcal}$$

$$Q_{ev} = 30.788,3126\text{kcal} \dots\dots\dots \text{Ec.3-27}$$

Calor consumido en caldera:  $Q_T = Q_c + Q_{ev}$

$$Q_T = (38.497,18 + 30.788,32) \text{kcal} = 69.285,50\text{kcal} \dots\dots\dots \text{Ec.3-28}$$

NOTA: Para los cálculos se usó tablas de vapor saturado de termodinámica.

### 3.8.2.2 Condensador

Para fines de cálculo para el agua a refrigerar, se tomó los datos teóricos de la tesis (Benítez, D, 2016. “Extracción de aceite esencial de la cascara de naranja”).

Condensado:  $T_i=93^\circ\text{C}$  ;  $T_f = 36^\circ\text{C}$       Refrigeración:  $T_i=25^\circ\text{C}$  ;  $T_f = 27^\circ\text{C}$

Por balance de energía se tiene:  $Q_{ced}=Q_{gan} \dots\dots\dots \text{Ec.3-29}$

Se tiene que:  $m_1 \cdot \lambda + (m_1 \cdot C_p \cdot \Delta T_1) = m_2 \cdot C_p \cdot \Delta T_2 \dots\dots\dots \text{Ec.3-30}$

Para el calor cedido, debido a que no se cuenta con las propiedades para el aceite esencial, y a su bajo contenido en comparación al del agua, se asumirá para fines de cálculo que la corriente a condensar y sub enfriar es solo agua:

De (30) calculamos  $Q_{ced}$ :

$$Q_{ced} = m_{vap} \cdot \lambda_{vap} + m_{vap} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$Q_{ced} = (566,13\text{kg} \cdot 543,83\text{kcal/kg}) + 566,13\text{kg} \cdot 1\text{kcal/kg}^\circ\text{C} \cdot (36-93)^\circ\text{C} = 275.609,07\text{kcal}$$

$$Q_{gan} = m_{agua} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$Q_{gan} = 129.276,7\text{kg} \cdot 1\text{kcal/kg}^\circ\text{C} \cdot (27-25)^\circ\text{C} = 258.553,4\text{kcal}$$

### 3.9 Dimensionamiento de equipos

En el dimensionamiento de los principales equipos se utilizan parámetros recomendados en bibliografía especializada y se recurre a un diseño sencillo, con procedimientos gráficos que permitan realizar el diseño más acertado.

#### 3.9.1 Tanque extractor

Para destilaciones por arrastre de vapor conocida como con vapor saturado, las dimensiones de altura y diámetro aconsejadas suelen ser iguales y no mayores a 2,50m, según bibliografías anteriores para diseños ya instalados. Que puede tomarse como una relación de diseño.

Relación de diseño:  $\text{Altura} = \text{Diámetro}$  ..... Ec.3-31

El proyecto en ejecución está diseñado para 2.000kg/h de material vegetal a trabajar.

Volumen que ocupará los 2.000kg:

$$V = \frac{m}{\rho} \text{ ..... Ec.3-32}$$

$$V = \frac{2.000kg}{0,845kg / L} = 2.366,86L = 2,366m^3$$

Según bibliografías anteriores, si el espacio vacío en el fondo del extractor, dispuesto para la distribución a la entrada del vapor, es del 15% y se utiliza un factor de seguridad del 20% previendo el hinchamiento del material durante la operación.

$$V_{\text{real}} = (V_{\text{real}} + V_{\text{real}} * f) f_{\text{seguridad}} \text{ ..... Ec.3-33}$$

$$V_{\text{real}} = (2,366m^3 + 2,366m^3 * 0,15) * 1,2 = 3,265m^3 = 3.265,08L$$

Para todo dimensionamiento de contenedores es necesario diseñar un equipo con un factor de sobrediseño, con lo que se considera un espacio adicional para cualquier circunstancia que pueda darse en el proceso. Para ello se debe tomar un valor de 1.3 como factor de sobrediseño ya que es el más aconsejado por varias bibliografías de diseño de equipos.

Entonces:



$$V_{\text{real}} = V_{\text{real}} * f_{\text{sobrediseño}}$$

$$V_{\text{Real}} = 3,265\text{m}^3 * 1,3 = 4,24\text{m}^3$$

Se tiene de (31) que:  $h=D$

$$\text{Entonces: } h=2*r \dots\dots\dots \text{Ec.3-34}$$

$$\text{Para un cilindro: } V=\pi*r^2*h \dots\dots\dots \text{Ec.3-35}$$

Reemplazando (32) y (34) en (35):

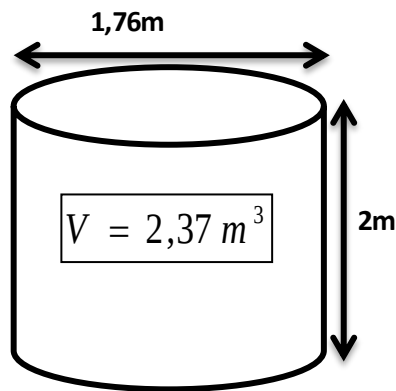
$$\text{Se tiene: } V=2*\pi*r^3$$

$$4,24\text{m}^3 = 2*\pi*r^3 \text{ ----- } r = \sqrt[3]{\frac{4,24\text{m}^3}{2\pi}} = 0,88\text{m} \dots\dots\dots \text{Ec.3-36}$$

$$\text{De (34) se tiene: } h=2*0,88\text{m}=1,76\text{m}=2\text{m}$$

Así las especificaciones, dimensiones finales del extractor y accesorios son:

$V=4.240\text{L}$  ; Para la altura tomamos  $h=2\text{m}$  y  $D=1,76\text{m}$



-Material de construcción: acero inoxidable (A240/A480 TP304)

-Medidor de temperatura

-Medidor de presión

-Válvula de desagüe en la parte inferior

-Número de lechos: 3 o según requerimiento

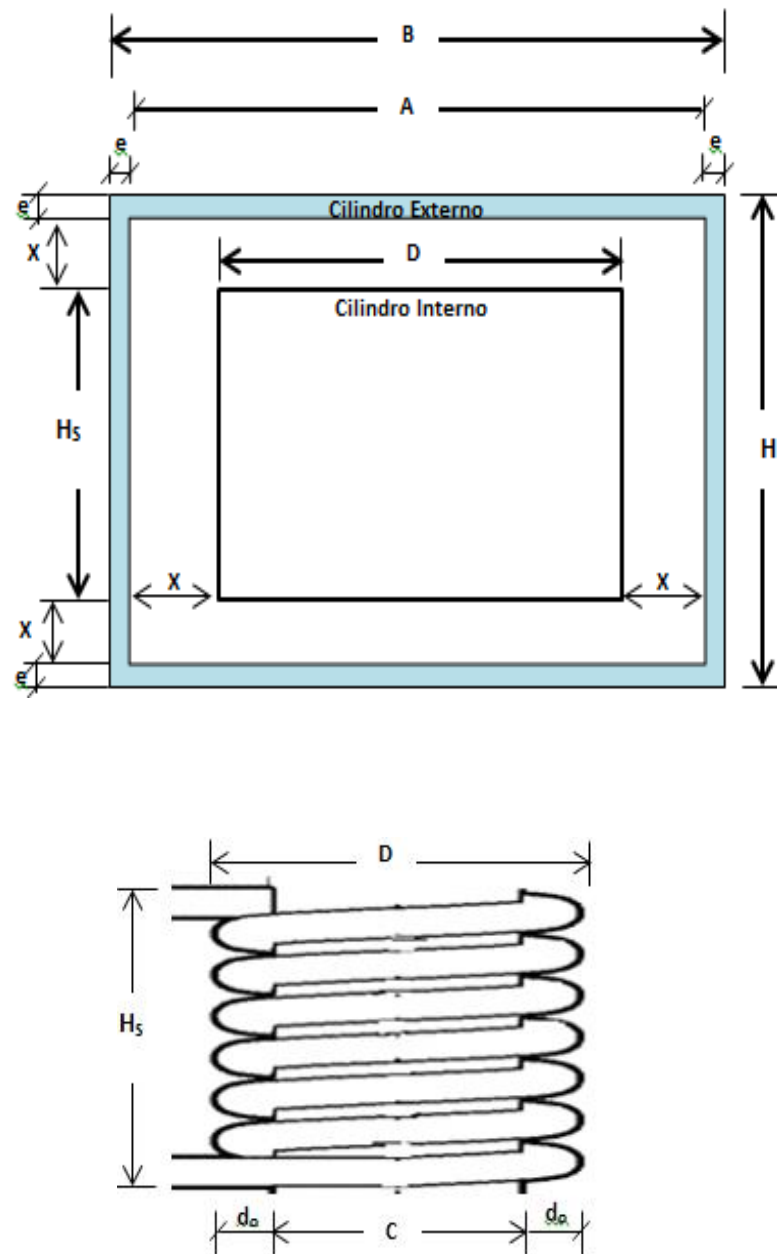
### **3.9.2 Condensador**

Para la condensación de los vapores, se emplea un condensador tipo serpentín esto por los costos accesibles y la fácil manipulación de este.

### **3.9.3 Dimensionamiento del serpentín**

Teniendo en cuenta las dimensiones del tanque del material, se puede asumir las mismas características para fines de cálculo e iniciar a diseñar el serpentín que se requiere para la transferencia de calor del sistema, por lo que se detalla a continuación.

**FIGURA 3-11. DIMENSIONAMIENTO DEL SERPENTÍN**



Donde:

**Cilindro Externo-Tanque**

**A:** Es el diámetro interno del cilindro externo = 2m

**B:** Es el diámetro externo del cilindro externo = 2,006m

**e:** Es el espesor del material del tanque = 0,003m

**H:** altura del tanque considerando el espesor del material en la parte inferior y superior del tanque = 2,006m

### **Cilindro Interno -Serpentín**

Es necesario mencionar que se toma en cuenta como un cilindro interno al volumen que ocupa el serpentín, ya que el diámetro que tiene el tubo que conforma el serpentín viene a representar el espesor que tiene el cilindro interno, a continuación, se detallan estos datos.

**C:** Es el diámetro interno del cilindro interno = 1,6m

**D:** Es el diámetro externo del cilindro interno = 1,778m

**H<sub>s</sub>:** Altura del serpentín = 1,6m

**X:** Es el espacio que separa el cilindro externo del interno = 0,2m

**d<sub>o</sub>:** Es el diámetro del tubo de acero que conforma el serpentín; según el libro: *Kern "Transferencia de Calor"*, es conveniente utilizar en el diseño de serpentín el tubo de acero de 3 pulgadas, por lo que este será el seleccionado para nuestro diseño, por lo cual de la página 949, tabla 11 del mismo libro mencionado se recaba los siguientes datos:

- **DE:** diámetro externo del tubo de acero = 3,50 pulgadas = 0,0889m

- **DI:** diámetro interno del tubo de acero = 3,068 pulgadas = 0,0779m

Entonces el valor de **d<sub>o</sub>** será **0,0889m**

### **Cálculos:**

$$D = C + 2d_o \dots\dots\dots \text{Ec.3-37}$$

$$D = 1,6\text{m} + (2 \times 0,0889\text{m})$$

$$D = 1,778\text{m}$$

### **-Radio del serpentín:**

$$r = \frac{D}{2} = \frac{1,778\text{m}}{2} = 0,889\text{m} \dots\dots\dots \text{Ec.3-38}$$

### **-Espacio entre cada vuelta del serpentín:**

$$P = 1,5 \times d_o \dots\dots\dots \text{Ec.3-39}$$

$$P = 1,5 * 0,0889m$$

$$P = 0,13335m$$

**-Número de vueltas Teórico del serpentín:**

$$N_T = \frac{H_s}{P} \dots\dots\dots Ec.3-40$$

$$N_T = \frac{1,6m}{0,13335m} = 11,99vueltas$$

$$N_T = 12 vueltas$$

**-Longitud del serpentín:**

$$L = N\sqrt{(2\pi r)^2 + P^2} \dots\dots\dots Ec.3-41$$

$$L = 12\sqrt{(2 * \pi * 0,0889)^2 + (0,13335)^2}$$

$$L = 67,05m \cong 67m$$

### **Diseño del condensador con el Serpentín**

Para el dimensionamiento de este equipo se debe realizar un ajuste previo al diseño, ya que el serpentín ocupará un volumen excedente y es necesario calcular la totalidad del volumen del tanque donde se sumergirá el serpentín.; por ello a continuación se harán los ajustes correspondientes considerando estos aspectos.

Radio del tubo del serpentín

$$r_{tubo} = \frac{DE}{2} \dots\dots\dots Ec.3-42$$

$$r_{tubo} = \frac{0,0889m}{2} = 0,04445m$$

**-Volumen del serpentín**

$$V_{serpentin} = \pi r_{tubo}^2 L \dots\dots\dots Ec.3-43$$

$$V_{serpentin} = \pi * (0,04445m)^2 * 67m$$

$$V_{\text{serpentin}} = 0,42m^3$$

**-Volumen final del condensador con serpentín**

$$V_{\text{final}} = V_{\text{Tanque}} + V_{\text{serpentin}} \dots\dots\dots \text{Ec.3-44}$$

$$V_{\text{final}} = 2,37m^3 + 0,42m^3 = 2,79m^3$$

**- Altura total del condensador con serpentín**

$$D_{\text{Tanque}} = 2m$$

$$V = \frac{\pi}{4} D_{\text{Tanque}}^2 H \dots\dots\dots \text{Ec.3-45}$$

Despejando H

$$H = \frac{4V_{\text{final}}}{\pi D_{\text{Tanque}}^2} \dots\dots\dots \text{Ec.3-46}$$

$$H = \frac{4 * 2,79m^3}{\pi * (2m)^2} = 0,89m$$

A continuación, en el cuadro III-8, se muestra un resumen de las dimensiones calculadas del condensador con serpentín.

**TABLA 3-8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONDENSADOR CON SERPENTÍN**

| Descripción                              | Unidades            | Medida  |
|------------------------------------------|---------------------|---------|
| Capacidad del tanque de acero inoxidable | m <sup>3</sup> /día | 2,37    |
| Altura Tanque                            | m                   | 0,89    |
| Diámetro Tanque                          | m                   | 2       |
| Longitud del serpentín                   | m                   | 67      |
| Diámetro del tubo del serpentín          | m                   | 0,0889  |
| Número de vueltas del serpentín          | vueltas             | 12      |
| Espacio entre cada vuelta del serpentín  | m                   | 0,13335 |

### 3.9.4 Decantador - centrífuga de discos

Es un equipo que tiene como función coleccionar todo el aceite extraído en la jornada, separándolo durante un cierto tiempo requerido, de tal manera que se junten las gotas remanentes de agua que aun permanezcan en el aceite.

El agua es más densa que el aceite esencial y disminuye su viscosidad con el aumento de temperatura, por lo que el aceite tiende a irse a la superficie y, el agua opone poca resistencia, ya que su viscosidad disminuye debido a que el recipiente separador se diseñó para que mantenga una temperatura de 45°C y con la salida del aceite en su parte superior.

Para fines de cálculo se tomará como parámetro dicha temperatura a la cual la velocidad ascensional es aproximadamente de 9mm/min.

Cálculos:

Datos:

$$G=445,95\text{Kg/h}$$

$$\rho = 997\text{Kg} / \text{m}^3$$

$$\Rightarrow G = \frac{445,95\text{Kg} / \text{h}}{997\text{Kg} / \text{m}^3} = 1,24 \cdot 10^{-4} \text{m}^3 / \text{s}$$

#### Características de la centrífuga

(Perry chiltons, 1991)

Tabla 19-29

Diámetro: 33cm=0,33m

Diámetro plato: 28cm=0,28m

Velocidad: 7500rpm=785,375rad/seg

Potencia: 6HP

### Determinación del Área de un plato o disco

- Características del plato

Forma: cono truncado (sector de corona circular)

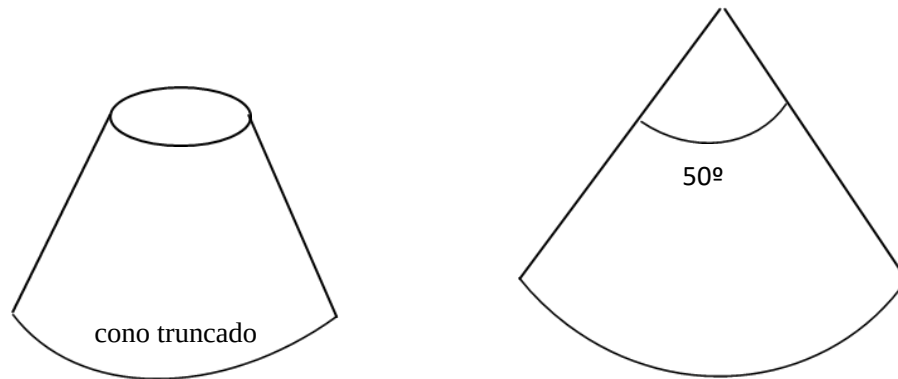
Espaciado: 1cm

Radio total(r): 15cm

Radio del ángulo(r'): 5cm

Angulo ( $\alpha$ ): 50°

**FIGURA 3-12. ESQUEMA DEL DISCO DE CENTRÍFUGA**



### Área del sector de corona circular (1disco)

$$A = \frac{\pi \alpha (r^2 - r'^2)}{360^\circ} \quad \text{Dónde: } \alpha = \text{ángulo; } r = \text{radio total; } r' = \text{radio del ángulo formado}$$

$$A = \frac{\pi * 50^\circ * ((0,15)^2 - (0,05)^2)}{360^\circ} = 8,73 \cdot 10^{-3} m^2 \quad \dots\dots\dots \text{Ec.3-47}$$



*Pérdidas en la centrifuga de discos:*

De la bibliografía del libro de Operaciones básicas de Ing. Química. Smith Mc Cabe, Harriot, P. Vol. 1. pag. 512 nos indica que las pérdidas son aproximadas según la eficiencia del equipo.

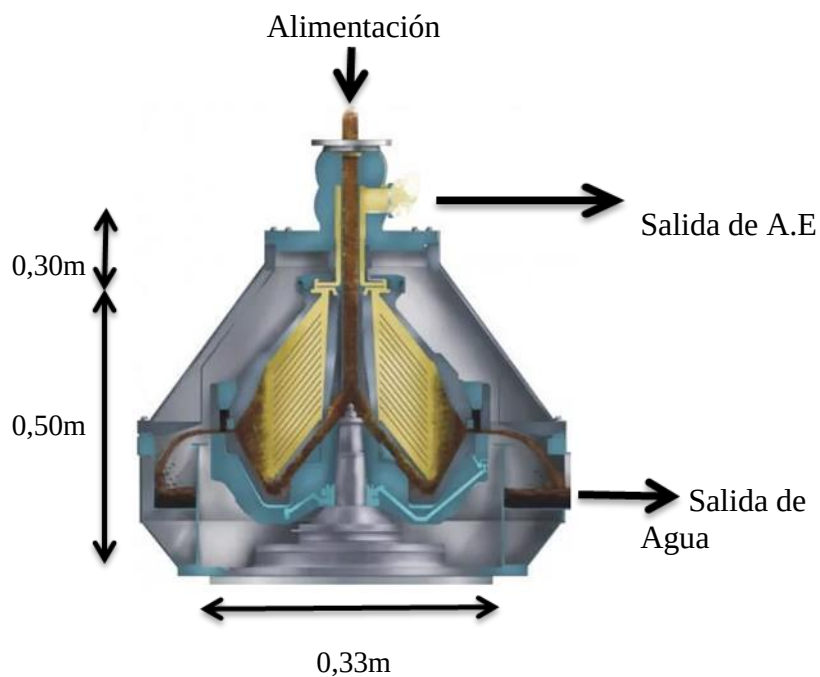
Entonces para cálculo de pérdidas en este equipo se considera su eficiencia que es del 97%.

$$\% \text{Pérdidas} = (\text{caudal volumétrico} * (1 - \text{eficiencia})) * 100$$

$$\% \text{Pérdidas} = 0,447 * (1 - 0,97) * 100 = 1,32\%$$

### Determinación del área total

**FIGURA 3-13. ESPECIFICACIONES DE LA CENTRÍFUGA**



**Fuente:** Operaciones unitarias de Ing. Química. Smith Mc Cabe, Harriot, P. Vol. 1.

#### Área de la zona cilíndrica

$A = \text{cilindro} + \text{Base (círculo)}$

$$A = 2\pi r h + \pi r^2 \dots\dots\dots \text{Ec.3-48}$$

$$A = 2\pi \cdot 0,14\text{m} \cdot 0,50\text{m} + \pi (0,165\text{m})^2$$

$$A = 0,525\text{m}^2$$

#### Área de la zona cónica

$$A = \frac{1}{3}\pi r^2 h \dots\dots\dots \text{Ec.3-49}$$

$$A = \frac{1}{3}\pi (0,14)^2 \cdot 0,30\text{m}$$

$$A = 6,16 \cdot 10^{-3}\text{m}^2$$

$$\text{Área total} = (0,525 + 6,16 \cdot 10^{-3}) \text{ m}^2 \approx A_T = 0,531 \text{ m}^2$$

### **Determinación del número de platos o discos**

$$N = \text{Área total} / \text{Área total del plato} \dots\dots\dots \text{Ec.3-50}$$

$$N = 0,531 \text{ m}^2 / 0,0087 \text{ m}^2$$

$$N = 61$$

### **Determinación de la potencia**

$$P_0 = \frac{G \rho w^2 r^2}{g} \dots\dots\dots \text{Ec.3-51}$$

Dónde: G: flujo másico;  $\rho$ : densidad de la emulsión

w: velocidad angular; r: radio del plato; g: factor de gravedad ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ).

Para fines de cálculo se tomará la densidad del agua, ya que no se tiene la densidad de la emulsión.

$$P_0 = \frac{1,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s} * 997 \text{ Kg} / \text{m}^3 * (785,375 \text{ rad} / \text{s})^2 * (0,14 \text{ m})^2}{9,81 \text{ m} / \text{s}^2}$$

$$P_0 = 152,35 \text{ Kg m/s}$$

Conversion a HP (1HP=76Kg m/s)

$$P_0 = 152,35 / 76 \approx P_0 = 2 \text{ HP}$$

Si la eficiencia de la centrifuga es del 75% entonces:

$$P_0 = 2 / 0,75 \approx P = 3 \text{ HP}$$

**TABLA 3-9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS QUE SE REQUIEREN IMPLEMENTAR PARA LA ELABORACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE NARANJA**

| Nº | DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | DIAGRAMA DEL EQUIPO                                                                 | CONDICIONES DE TRABAJO                                                                                                                     | OBSERVACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <b>Caldera de Agua Caliente:</b><br>-Potencia:15.000-70.000Kcal/h<br>-Ancho de Caldera:0,85m<br>-Altura con patas:1m<br>-Largo total sin quemador:1,1m<br>-Combustible: Gas Natural<br>-Consumo:2-10m <sup>3</sup> /h                                                                                                                               |   | <b>P=</b> Presión atm<br><br><b>T<sub>opent</sub></b> =50°C<br><br><b>T<sub>op</sub>sal</b> =70°C<br><br><b>T<sub>operacion</sub></b> =24h | <b>Marca:</b> LOS ANDES<br><b>Modelo:</b> APREX-70<br><br>Esta caldera cuenta con un termostato límite, válvula de seguridad, termómetro de agua caliente, visor de llama, bomba de alimentación, quemador presurizado.                                                                           |
| 2  | <b>Condensador con serpentín:</b><br>-Capacidad=12m <sup>3</sup> /día<br>-Dimensiones=H*D/0,89*2<br>-Tipo de techo=Techo excéntrico/Base cónica.<br>-Longitud del serpentín=67m<br>-Diámetro del tubo del serpentín=0,0889m<br>-Número de vueltas del serpentín=12<br>-Espacio entre cada vuelta del serpentín = 0,133m<br>-Calor requerido=11,04Kw |  | <b>P =</b> Presión atm<br><br><b>T<sub>op</sub></b> = 30 a 50 °C<br><br><b>t<sub>operación</sub></b> . = 24h                               | <b>Marca:</b> ACERO INOX<br><b>Modelo:</b> RS-1<br><br>Este tanque intercambiador tendrá 5 patas de 0,9m con base reforzada y reguladores de nivel en cada pata, para seguridad llevara una válvula de presión en la parte superior, también contara con un termómetro de temperatura tipo reloj. |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                     |                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>3</b></p> | <p><b>Centrifuga de Discos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Volumen máximo del tambor:4L</li> <li>-Volumen máximo de solidos:1,5L</li> <li>-Potencia máxima del motor:2-7HP</li> <li>-Peso bruto:390Kg</li> <li>-Número de discos:61</li> <li>-Área total: 0,53m<sup>2</sup></li> </ul> |   | <p><b>P</b> = Presión atm</p> <p><b>T<sub>op</sub></b> = T<sub>amb</sub> = 25 °C</p> <p>t<sub>operación.</sub> = 16h</p> | <p><b>Marca:</b> FLOTTWEG</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Es eficiente, fácil en mantenimiento y reducción de gastos en servicio. Tiene adaptación individual y flexible al proceso para tener óptimos rendimientos.</li> <li>-Tiene memoria programable PLC que controla automáticamente el separador.</li> </ul> |
| <p><b>4</b></p> | <p><b>Tanque Extractor:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Volumen del Tanque:2,37m<sup>3</sup></li> <li>-Altura:2m</li> <li>-Diametro:1,76m</li> <li>-Número de lechos:3 o según requerimiento</li> </ul>                                                                                 |  | <p><b>P</b> = Presión atm</p> <p><b>T<sub>op</sub></b> = 50 a 90 °C</p> <p>t<sub>operación.</sub> = 24h</p>              | <p><b>Marca:</b> ACERO INOX</p> <p>Este tanque extractor tendrá 3 patas con base reforzada, para seguridad llevara una válvula de presión y vacío en la parte superior, también contara con un termómetro de temperatura tipo reloj.</p>                                                                                       |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                     |                                                                                                                      |                                                                                                                                   |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | <p><b>Bomba Centrífuga:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Caudal máximo:130L/mi</li> <li>-Altura Maxima:42m</li> <li>-Diámetro de Succión:1 ¼"</li> <li>- Diámetro de Descarga: 1"</li> <li>-Motor: 2HP- 1,49kW</li> <li>-Turbinas: De Bronce</li> <li>-Velocidad de motor: 3450 rpm</li> </ul> |   | <p><b>P</b> = Presión atm</p> <p><b>T<sub>op</sub></b> = T<sub>amb</sub>= 25°C</p> <p>t<sub>operación</sub>= 16h</p> | <p><b>-Marca:</b> PEDROLLO</p> <p><b>-Modelo:</b> CPM660M</p> <p>-Volumen de líquido a transportar: 12.510 Litros de lechada.</p> |
| 6 | <p><b>Llenadora Automática</b></p> <p>Dimensiones: 1800mm*1300mm*2000mm</p> <p>Corriente:220v 50/60hz</p> <p>Motor:3,5kw</p>                                                                                                                                                                                  |  | <p><b>Production</b></p> <p>40 a 50 botellas /min</p> <p>Llenado: 10ml a 5000ml</p>                                  | <p><b>Maca:</b> King Kong machine</p> <p><b>Modelo:</b> JGF18-6</p> <p>Sin botella no hay llenado</p>                             |

|   |                                                                                                         |                                                                                    |                                          |                                    |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|
| 7 | <b>Etiquetadora</b><br><br>Motor:1000w<br><br>Aire usado: 5kg/cm2<br><br>Dimetro de rollo: 76-350mm max |  | <b>Produccion:</b><br><br>30-200 uni/min | <b>Modelo:</b><br><br>German Avery |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|

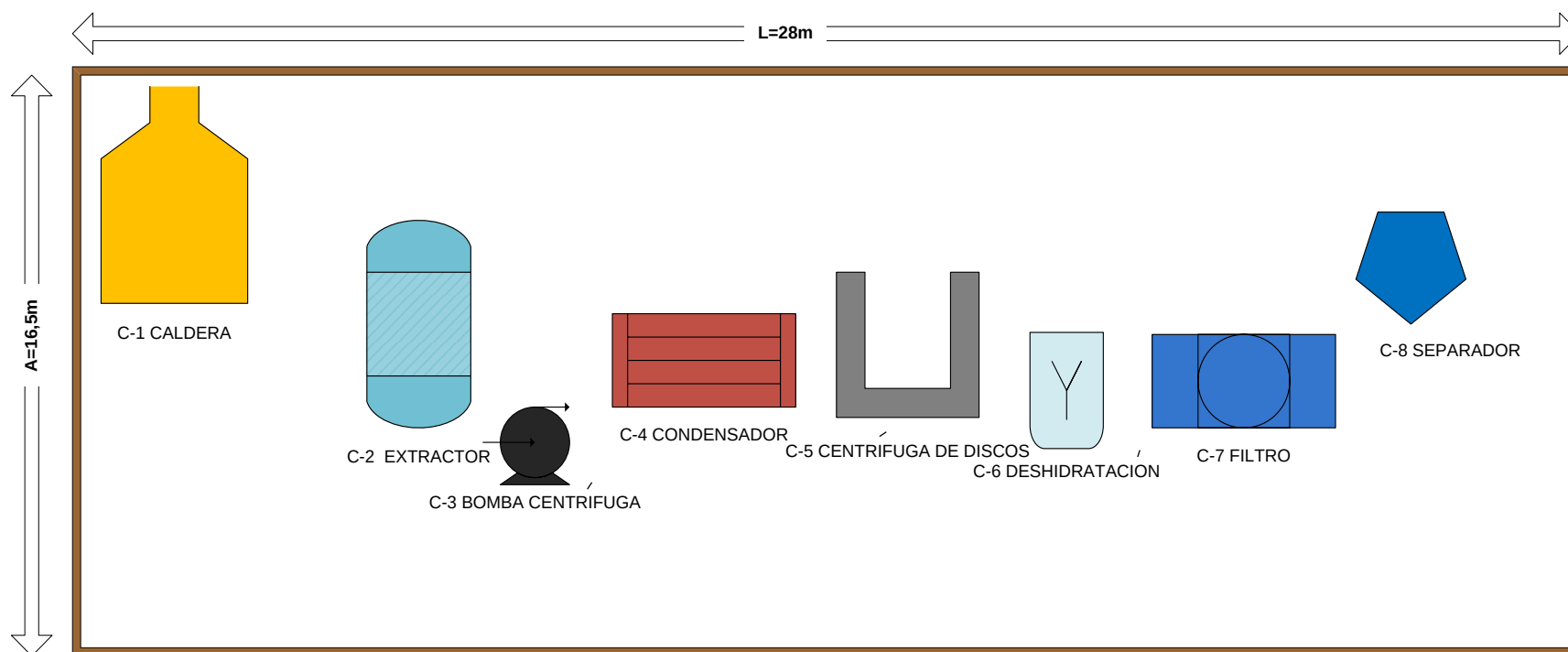
### **3.10 Distribución general de la planta**

La distribución espacial de equipos y materiales para la elaboración de aceite esencial de cascará de naranja tendrá las características de un sistema de producción en línea, distribución que se elige por ofrecer los siguientes aspectos favorables:

- 1.-El manejo de la materia prima e insumos para la producción es más fácil en cuanto al manipuleo, evitando congestionamientos de materiales.
- 2.-El control de todas las operaciones es más ordenado permitiendo un seguimiento más estricto de las diferentes operaciones.
- 3.-Reduce los tiempos de las diferentes actividades, ya que las mismas se realizan secuencialmente.
- 4.-Reduce el esfuerzo humano y la fatiga innecesaria.
- 5.-El control del producto es simple y rápido.

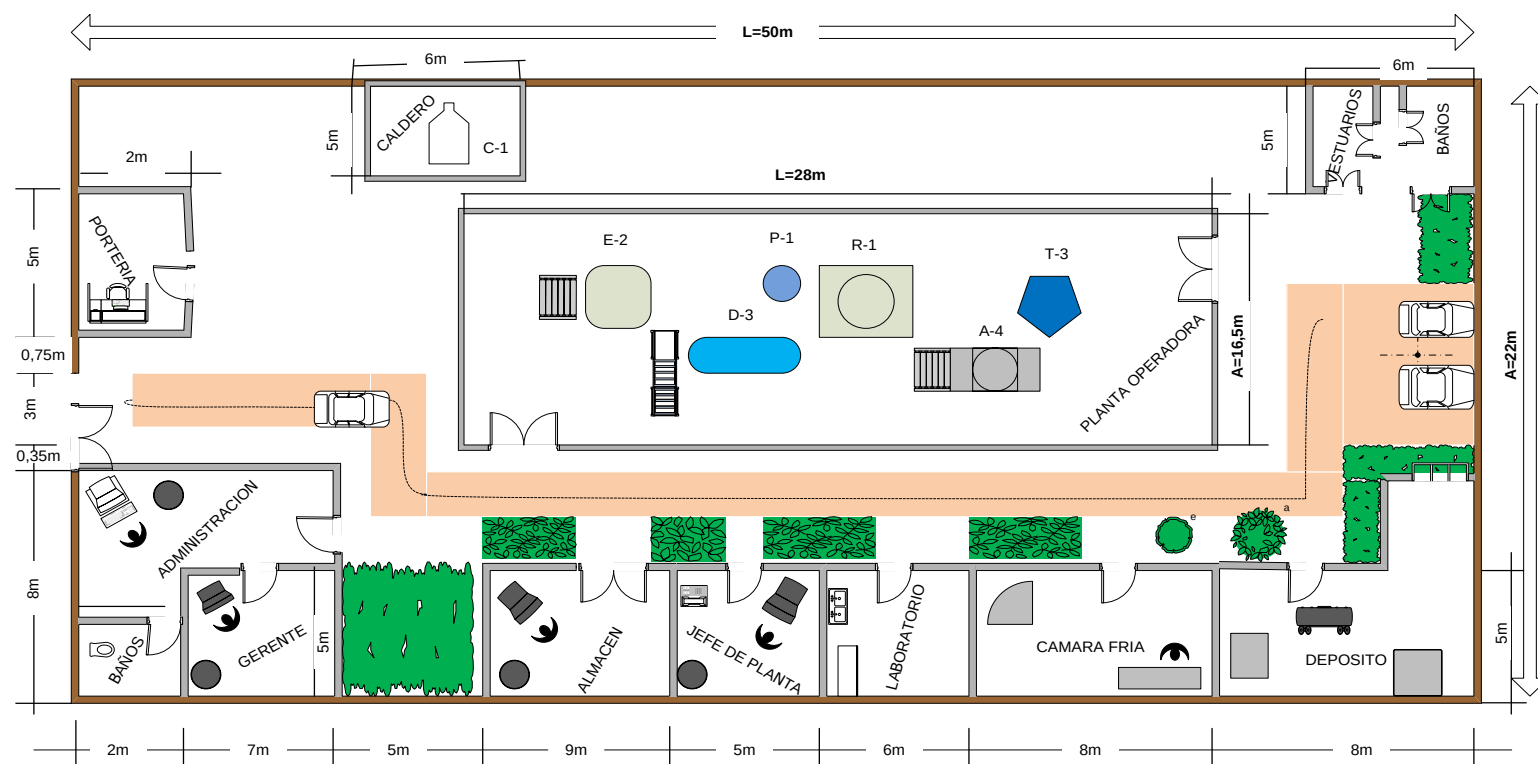
En la figura N° 3-7 se muestra la distribución espacial de los equipos, tomando en cuenta los requerimientos de espacio físico, tanto para los equipos como para la circulación de los operarios, permitiendo así el desarrollo normal de las diversas actividades concernientes al proceso de producción.



**FIGURA 3-14. LAYOUT 3-7: DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS EN PLANTA**

**Fuente:** Elaboración Propia

**FIGURA 3-15. LAYOUT 3-8: DISTRIBUCIÓN DE GENERAL DE LA PLANTA**



C-1: Caldero

E-2: Tanque Extractor

D-3: Condensador

P-1: Bomba Centrífuga

R-1: Centrífuga de Discos

A-4: Filtro

T-3: Separador

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.11 Obras civiles

La distribución de los equipos de la planta establece el requerimiento de las diferentes áreas que comprende cada sección.

La superficie construida es de 472m<sup>2</sup>, que comprende la distribución de equipos para la elaboración del producto que se detalla en la fig. N° 3-7

Todos estos ambientes están contruidos con piso de concreto y contrapiso de piedra, pared de ladrillo gambote, columnas de concreto y hierro de construcción y techo de calamina galvanizada.

El total de superficie utilizado tanto en la construcción de la planta, áreas verdes, circulación de trabajadores y vehículos comprende 780m<sup>2</sup>.

**TABLA 3-10. DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA CONSTRUIDA**

| DESCRIPCIÓN                    | ÁREA m <sup>2</sup>     |
|--------------------------------|-------------------------|
| Silo de almacenamiento         | 20                      |
| Planta de procesamiento        | 472                     |
| Taller mecánico                | 20                      |
| cuarto de caldero              | 25                      |
| Oficinas                       | 72                      |
| Cámara de refrigeración        | 30                      |
| Depósito                       | 35                      |
| Laboratorio control de calidad | 30                      |
| Oficina jefe de planta         | 25                      |
| Baños y vestuarios             | 30                      |
| Portería                       | 10                      |
| Vivienda para sereno           | 20                      |
| <b>Total</b>                   | <b>780m<sup>2</sup></b> |

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.12 Programa de producción

La planta durante los dos primeros años funcionara con el 50% de su capacidad instalada con la finalidad de captar la materia prima de la zona, y al mismo tiempo promocionar e introducir los productos en el mercado como también incentivar la implementación de plantaciones cítricas en la zona.

Los dos años siguientes la capacidad de producción aumentará al 75%, tiempo necesario para que las nuevas plantaciones comiencen a producir, y los seis años restantes trabajará al 100% de su capacidad instalada. Detalle en el cuadro III-11.

**TABLA 3-11. PROGRAMA DE PRODUCCIÓN**

| <b>AÑO</b> | <b>ACEITE ESENCIAL Tm/AÑO</b> | <b>CAPACIDAD INSTALADA %</b> |
|------------|-------------------------------|------------------------------|
| 2          | 5,0                           | 50                           |
| 4          | 7,5                           | 75                           |
| 5-10       | 10                            | 100                          |

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.13 Requerimiento de mano de obra

El personal necesario para el funcionamiento de la planta, tomando en cuenta el departamento administrativo y de producción, se presenta en el cuadro III-12

**TABLA 3-12. REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA**

| <b>DETALLE</b>                  | <b>Nº DE TURNOS</b> | <b>PERSONAL REQUERIDO</b> |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------|
| <b>Dpto. Administrativo</b>     |                     |                           |
| Gerente general                 | 1                   | 1                         |
| Gerente administrativo          | 1                   | 1                         |
| Contador general                | 1                   | 1                         |
| Recursos Humanos                | 1                   | 1                         |
| Portero-sereno                  | 2                   | 2                         |
| Chofer                          | 1                   | 1                         |
| <b>Sub-total Administrativo</b> |                     | 7                         |
| <b>Dpto. de Producción</b>      |                     |                           |
| Jefe de producción              | 2                   | 1                         |
| Jefe de laboratorio             | 2                   | 2                         |
| Enc. De silos y limpieza        | 2                   | 2                         |
| Enc. De almacén                 | 1                   | 1                         |
| Enc. Extrac. de A. E            | 2                   | 2                         |
| Mecánico-electricista           | 2                   | 2                         |
| Auxiliar mecánico               | 2                   | 2                         |
| Operarios                       | 2                   | 3                         |
| <b>Sub-total producción</b>     |                     | 15                        |
| <b>Total</b>                    |                     | 22                        |

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.14 Servicios auxiliares**

Para garantizar un proceso productivo normal es necesario asegurar el aprovisionamiento de servicios auxiliares constituido por agua, vapor, energía eléctrica, seguridad, etc.

### 3.14.1 Requerimiento de agua

El uso de este líquido elemento en proyectos agroindustriales particularmente alimenticios es imprescindible, para mantener asepsia tanto en la materia prima como del procesamiento para evitar contaminación microbiana que afecte la calidad de los productos.

La cantidad de agua para las diferentes operaciones resulta del balance de materia en cada una de ellas y se detallan a continuación.

**TABLA 3-13. AGUA REQUERIDA PARA LA PRODUCCIÓN**

| <b>EQUIPO</b>  | <b>Consumo de agua (L)</b> | <b>Consumo de agua (m<sup>3</sup>)</b> |
|----------------|----------------------------|----------------------------------------|
| Condensador    | 652                        | 0,652                                  |
| Caldero        | 567                        | 0,567                                  |
| Otros Usos 20% | 244                        | 0,244                                  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>1.463</b>               | <b>1,463</b>                           |

**Fuente:** Elaboración propia.

Es necesario mencionar que para la producción de vapor se utiliza agua previamente tratada para evitar inconvenientes en el equipo, ya que únicamente se requiere calentar y mantener la mezcla a una temperatura constante de 93°C, por lo que se considera solo una pérdida del 0,5% de agua en el transporte hacia el punto, por ello se toma en cuenta que diariamente solo se aumentará un 0,5% antes de iniciar el proceso, a continuación en el cuadro III-13 se detalla el cálculo:

**TABLA 3-14. REQUERIMIENTO DE AGUA PARA EL CALDERO**

| <b>EQUIPO</b> | <b>Consumo de agua Inicial (L)</b> | <b>Adición diariamente del 0,5% (L)</b> | <b>Consumo Total Anualmente (L)</b> | <b>Consumo Total Anualmente (m<sup>3</sup>)</b> |
|---------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Caldero       | 567                                | 2,835                                   | 136.760,40                          | 136,760                                         |

**Fuente:** Elaboración propia.

Cabe señalar que para el proceso de condensado del aceite esencial se utiliza agua fría suministrada por COSAALT ya que únicamente se requiere condensar y mantener la mezcla a una temperatura constante, de tal manera que durante el proceso se considera solo una pérdida del 0,2% en el recirculado del agua a un tanque para ser nuevamente transportado al condensado, por ello se toma en cuenta que diariamente solo se aumentará un 0,2% antes de iniciar el proceso, a continuación en el cuadro III-15 se detalla el cálculo:

**TABLA 3-15. REQUERIMIENTO DE AGUA POR EL CONDENSADOR**

| <b>EQUIPO</b> | <b>Consumo de agua Inicial (L)</b> | <b>Adición diariamente del 0,2% (L)</b> | <b>Consumo Total Anualmente (L)</b> | <b>Consumo Total Anualmente (m<sup>3</sup>)</b> |
|---------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Condensador   | 652                                | 1,304                                   | 156.792,96                          | 156,793                                         |

**Fuente:** Elaboración propia.

La cantidad de agua que se utilizará durante todo el proceso será suministrada por COSAALT.

**TABLA 3-16. COSTOS DE AGUA**

| <b>Periodos</b> | <b>Consumo Anual (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Costo (Bs/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Costo Anual (Bs/m<sup>3</sup>)</b> |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| Primer año      | 176,132                              | 7                               | <b>1.232,92</b>                       |
| Segundo año     | 234,843                              | 7                               | <b>1.643,90</b>                       |
| Tercer año      | 264,198                              | 7                               | <b>1.849,39</b>                       |
| Cuarto año      | 293,553                              | 7                               | <b>2.054,87</b>                       |
| Quinto año      | 293,553                              | 7                               | <b>2.054,87</b>                       |
| Sexto año       | 293,553                              | 7                               | <b>2.054,87</b>                       |
| Séptimo año     | 293,553                              | 7                               | <b>2.054,87</b>                       |
| Octavo año      | 293,553                              | 7                               | <b>2.054,87</b>                       |
| Noveno año      | 293,553                              | 7                               | <b>2.054,87</b>                       |
| Décimo año      | 293,553                              | 7                               | <b>2.054,87</b>                       |

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.14.2 Requerimiento de vapor**

El vapor se genera en una caldera que es acuotubular y también humo tubular, el agua utilizada será suministrada por COSAALT.

El vapor es generado a una presión de 8Kg/cm<sup>2</sup>, este vapor es saturado y se transporta a través de cañerías completamente aisladas para evitar pérdidas de calor, en cada sección y de acuerdo a los requerimientos de los equipos, se acondiciona con válvulas reguladoras que disminuyen la presión según la necesidad que se requiera. El vapor después de haber cumplido su misión y a medida que transfiere su calor a los diversos sistemas se condensa.

El consumo de vapor está en función a las distintas operaciones que requieren de este servicio y resulta del balance combinado de masa y energía.



**TABLA 3-17. VAPOR REQUERIDO PARA LA PRODUCCIÓN**

| <b>EQUIPO</b>    | <b>Consumo de vapor Diario (Kg)</b> | <b>Consumo de vapor Anual (Kg)</b> |
|------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Tanque Extractor | 566                                 | 135.840,00                         |
| Otros usos 10%   | 56,6                                | 13.584,00                          |
| <b>Total</b>     | 622,60                              | 149.424,00                         |

**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 3-18. COSTOS DE VAPOR**

| <b>Periodos</b> | <b>Consumo Anual (Kg)</b> | <b>Costo (Bs/Kg)</b> | <b>Costo Anual (Bs/Kg)</b> |
|-----------------|---------------------------|----------------------|----------------------------|
| Primer año      | 89.654,4                  | 0,463                | 41.509,99                  |
| Segundo año     | 119.539,2                 | 0,463                | 55.346,65                  |
| Tercer año      | 134.481,6                 | 0,463                | 62.264,98                  |
| Cuarto año      | 149.424,0                 | 0,463                | 69.183,31                  |
| Quinto año      | 149.424,0                 | 0,463                | 69.183,31                  |
| Sexto año       | 149.424,0                 | 0,463                | 69.183,31                  |
| Séptimo año     | 149.424,0                 | 0,463                | 69.183,31                  |
| Octavo año      | 149.424,0                 | 0,463                | 69.183,31                  |
| Noveno año      | 149.424,0                 | 0,463                | 69.183,31                  |
| Décimo año      | 149.424,0                 | 0,463                | 69.183,31                  |

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.14.3 Requerimiento de energía eléctrica**

En la zona donde está instalada la planta procesadora ya se cuenta con la electrificación para poder suministrar a la misma y al proceso en sí.

La energía eléctrica requerida tanto para el funcionamiento de equipos e iluminación de las instalaciones se indica a continuación.

**TABLA 3-19. ENERGÍA REQUERIDA PARA LA PRODUCCIÓN**

| <b>EQUIPO</b>                | <b>Consumo de Energía (kW)</b> |
|------------------------------|--------------------------------|
| Caldero                      | 17,45                          |
| Bomba centrífuga             | 1,49                           |
| Centrífuga de Discos         | 5,22                           |
| Equipos de Oficinas y varios | 0,525                          |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>24,685</b>                  |

**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 3-20. COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

| <b>Periodos</b> | <b>Consumo Anual (Kw)</b> | <b>Costo (Kw/h)</b> | <b>Costo Anual (Kw/h)</b> |
|-----------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|
| Primer año      | 14,811                    | 17,37               | 257,27                    |
| Segundo año     | 19,748                    | 17,37               | 343,02                    |
| Tercer año      | 22,2165                   | 17,37               | 385,90                    |
| Cuarto año      | 24,685                    | 17,37               | 428,78                    |
| Quinto año      | 24,685                    | 17,37               | 428,78                    |
| Sexto año       | 24,685                    | 17,37               | 428,78                    |
| Séptimo año     | 24,685                    | 17,37               | 428,78                    |
| Octavo año      | 24,685                    | 17,37               | 428,78                    |
| Noveno año      | 24,685                    | 17,37               | 428,78                    |
| Décimo año      | 24,685                    | 17,37               | 428,78                    |

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **3.14.4 Requerimiento de gas**

Para conocer la cantidad de gas que se requiere en el proceso, es necesario analizar el equipo, por ello se detalla a continuación.

**TABLA 3-21. GAS REQUERIDO PARA LA GENERACIÓN DE VAPOR**

| <b>EQUIPO</b> | <b>Consumo de gas Diario (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Consumo de Gas Anual (m<sup>3</sup>)</b> |
|---------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Caldero       | 48                                           | 11.952                                      |

**Fuente:** Elaboración propia.

La cantidad de gas requerida para el proceso será satisfecha a través de la conexión domiciliaria por cañería de EMTAGAS.

**TABLA 3-22. COSTO DE GAS NATURAL**

| <b>Periodos</b> | <b>Consumo Anual (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Costo (Bs/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Costo Anual (Bs/m<sup>3</sup>)</b> |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| Primer año      | 11.952                               | 22                              | 262.944                               |
| Segundo año     | 11.952                               | 22                              | 262.944                               |
| Tercer año      | 11.952                               | 22                              | 262.944                               |
| Cuarto año      | 11.952                               | 22                              | 262.944                               |
| Quinto año      | 11.952                               | 22                              | 262.944                               |
| Sexto año       | 11.952                               | 22                              | 262.944                               |
| Séptimo año     | 11.952                               | 22                              | 262.944                               |
| Octavo año      | 11.952                               | 22                              | 262.944                               |
| Noveno año      | 11.952                               | 22                              | 262.944                               |
| Décimo año      | 11.952                               | 22                              | 262.944                               |

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.15 Evaluación técnica de la planta

La evaluación de la maquinaria se la realiza mediante el siguiente Cuadro III-23.

**TABLA 3-23. EVALUACIÓN TÉCNICA**

| <b>EQUIPO</b>        | <b>FUNCIONAMIENTO</b> | <b>TIPO DE CONTROL</b> | <b>FUNCIÓN</b> |
|----------------------|-----------------------|------------------------|----------------|
| Caldero              | Discontinuo           | MANUAL                 | Alta           |
| Tanque Extractor     | Discontinuo           | MANUAL                 | Alta           |
| Condensador          | Discontinuo           | MANUAL                 | Alta           |
| Centrifuga de Discos | Discontinuo           | MANUAL                 | Alta           |
| Filtro               | Discontinuo           | MANUAL                 |                |
| Bomba Centrifuga     | Discontinuo           | MANUAL                 | Alta           |

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.16 Cronograma de ejecución, GANTT

Para la ejecución del proyecto se deben realizar las siguientes actividades.

a. Elaboración del proyecto

b. Implementación:

- Compra de maquinaria y equipos
- Construcción de obras civiles
- Instalación y montaje
- Puesta en marcha
- Producción

**TABLA 3-24. DIAGRAMA DE GANTT**

| ACTIVIDADES                                   | MESES |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|-----------------------------------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|                                               | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Elaboración del proyecto.                     | A     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Aprobación y financiamiento.                  |       |   | B |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Compra y transporte de maquinarias y equipos. |       |   |   | C |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Compra y preparación de terreno.              |       |   |   | D |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Licitación y construcción de obras civiles.   |       |   |   | E |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Instalación y montaje.                        |       |   |   |   |   |   |   |   | F |    |    |    |
| Capacitación de personal.                     |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    | G  |    |
| Prueba al vacío.                              |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | I  |
| Puesta en marcha.                             |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | I  |

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.17 Organización de la planta

La estructura orgánica y las funciones básicas de las diferentes áreas que comprende el sistema organizativo de la planta está formado por dos secciones importantes, la de producción y administración.

El organigrama de la figura N° 3-9 detalla la estructura orgánica de la empresa tomando en cuenta los diferentes niveles que lo integra.

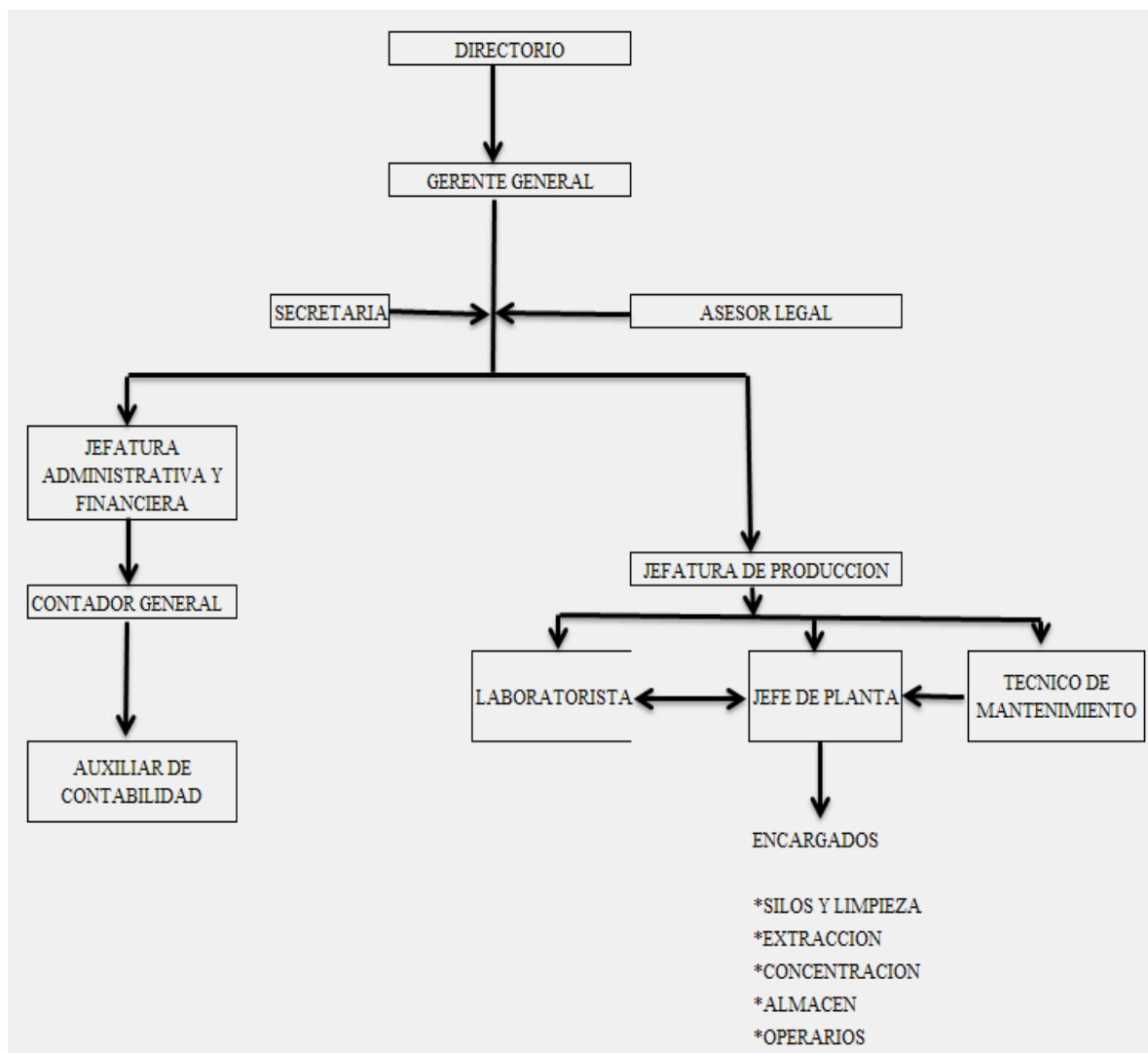
El directorio está conformado por los accionistas de la empresa. El directorio establece las políticas adecuadas para el logro de los objetivos de la empresa.

La parte ejecutiva está compuesta por el gerente general, jefe de producción y jefe administrativo.

El gerente general ejecuta y hace cumplir los objetivos y políticas determinadas por las reuniones de los socios, accionistas o el directorio.

El jefe de producción planifica, organiza, dirige, controla y coordina las actividades de producción; de este nivel depende el jefe de planta, laboratorista y el técnico de mantenimiento (mecánico-electricista), el jefe de planta coordina su trabajo junto a los encargados de silo, limpieza, extracción, concentración, almacén y operarios en general.

El jefe administrativo organiza, dirige, controla las actividades administrativas financieras y de comercialización de la empresa; de este nivel depende el contador general y el auxiliar de contabilidad.

**FIGURA 3-16. ORGANIGRAMA DE LA PLANTA**

### 3.17.1 Descripción de funciones de los principales cargos

- **Gerente general**

El gerente general es responsable de la empresa asumiendo la representación legal, tiene como propósito, organizar, dirigir y coordinar el funcionamiento y desarrollo del plan de trabajo de todas las áreas de la empresa. Sus funciones son:

- Ejecutar y hacer cumplir los planes de producción, ampliación, cumplimiento del presupuesto y la eficiencia de la empresa.
- Precautelar, cuidar y resguardar los bienes, derechos e intereses de la empresa.
- Establecer las relaciones de comercialización del producto, con organismos de financiamiento, asistencia técnica tendientes a mejorar el desarrollo global de la empresa.
- Controlar, reemplazar, sancionar y retirar al personal subalterno en función del interés de la empresa.
- Evaluar el logro de los objetivos y el desempeño de las diferentes áreas de la empresa.
- Supervisar la administración de los recursos humanos, financieros, y de producción.

• **Jefe Administrativo y Comercial**

Planifica, dirige y controla las *actividades* Administrativas de la *empresa*, *entre estas funciones podemos señalar:*

- Administración de los recursos financieros y físicos de la *empresa*.
- *Programación presupuestaria anual para todas las áreas de la empresa.*
- Contratación del personal requerido.
- Control de planillas del personal que conforman la empresa.
- Cancelación de sueldos.

Por otro lado es también responsable de comercializar los productos de la empresa, así mismo gestiona la compra de insumos requeridos, entre las funciones que debe desarrollar:

- Define las estrategias de venta.
- Desarrolla actividades de Marketing.
- Determina la utilidad de la empresa.
- Realiza proyecciones de venta.
- Rinde informes de venta periódicamente al gerente general.

• **Jefe de Producción y Calidad**

Es el encargado de hacer cumplir las obligaciones de los operadores, es decir que es el



responsable directo del aprovechamiento eficaz de los medios de producción, realiza un eficiente control del proceso productivo, es el responsable de que el producto y las materias primas cumplan con todas las especificaciones técnicas, por otro lado es el responsable de implementar los sistemas de gestión empezando primero con el de calidad, luego con el de medio ambiente y finalmente con el de seguridad industrial.

Entre sus actividades señalamos:

- Define e implementa aspectos técnicos de producción, velando por el cuidado y mantenimiento de los equipos, además de cuidar la calidad de los productos elaborados, materia prima e insumos de producción.

- **Contador**

Tiene como objetivo mantener la contabilidad al día. Entre las funciones que debe desarrollar están las siguientes:

- Encargado de llevar los ingresos y egresos de la empresa.
- Cancelar los impuestos generados por la empresa.
- Llevar contabilidad al día mensualmente
- Impresión de Libros Contables
- Elaboración de Reportes Contables
- Apoyar en tareas administrativas.

- **Mantenimiento**

El técnico de mantenimiento tiene como única función el reparar, dar mantenimiento y evalúa del funcionamiento de la maquinaria y servicios auxiliares de la planta cuando sea necesario.

- **Operadores**

Los operadores forman parte esencial en el proceso productivo, estarán bajo la supervisión del gerente de producción, su función principal es desarrollar las tareas que involucran la producción de aceite esencial, es necesario mencionar que estos operarios trabajaran en dos turnos comprendidos en 8 horas laborales.

## **CAPÍTULO IV. ASPECTOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO**



## 4.1 Inversión del proyecto

### 4.1.1 Costo de materia prima

El cálculo del costo de la materia prima se realizó en base a la capacidad de producción planificada por la empresa, la cual se muestra a continuación:

**TABLA 0-1. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN PLANIFICADA**

| AÑO    | ACEITE ESENCIAL Tn/año | CAPACIDAD INSTALADA % |
|--------|------------------------|-----------------------|
| 2      | 5                      | 50                    |
| 4      | 7,5                    | 75                    |
| 5 a 10 | 10                     | 100                   |

**Fuente:** Elaboración propia.

Así como también utilizando las siguientes relaciones de consumo de materia prima y producción de aceite esencial, como se observa en el siguiente cuadro:

**TABLA 0-2. RELACIÓN DE MATERIA PRIMA Y PRODUCCIÓN DE ACEITE ESENCIAL**

| Equivalencias según puntos 2.1 del cap II y 3.10 del cap III |                    |
|--------------------------------------------------------------|--------------------|
| Residuo de naranja Kg                                        | Aceite esencial Kg |
| 1.190,00                                                     | 7,38               |
| 806.451,61                                                   | 5.000,00           |
| 1.209.677,42                                                 | 7.500,00           |
| 1.612.903,23                                                 | 10.000,00          |

**Fuente:** Elaboración propia.

Se debe considerar que el costo de materia prima será utilizado solamente para estimar el precio unitario de venta (Ver punto 4.1.10), ya que la materia prima será generada por la misma planta sin un costo adicional para la empresa, además tomando en cuenta que la misma procesará una línea paralela de jugo de naranja y otros, por lo tanto,

genera residuos de naranja, principal materia prima para la producción del aceite esencial.

**TABLA 0-3. ESTIMACIÓN DE COSTOS POR MATERIA PRIMA**

| Calculo de Materia prima y CIF anual |                         |              |           |                      |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------|-----------|----------------------|
| Año                                  | Descripción             | Cantidad     | Costo Uni | Costo total          |
| 2024                                 | Cáscara de naranja (kg) | 806.451,61   | 1,00      | 806.451,61           |
| 2025                                 | Cáscara de naranja (kg) | 806.451,61   | 1,00      | 806.451,61           |
| 2026                                 | Cáscara de naranja (kg) | 1.209.677,42 | 1,00      | 1.209.677,42         |
| 2027                                 | Cáscara de naranja (kg) | 1.209.677,42 | 1,00      | 1.209.677,42         |
| 2028                                 | Cáscara de naranja (kg) | 1.612.903,23 | 1,00      | 1.612.903,23         |
| 2029                                 | Cáscara de naranja (kg) | 1.612.903,23 | 1,00      | 1.612.903,23         |
| 2030                                 | Cáscara de naranja (kg) | 1.612.903,23 | 1,00      | 1.612.903,23         |
| 2031                                 | Cáscara de naranja (kg) | 1.612.903,23 | 1,00      | 1.612.903,23         |
| 2032                                 | Cáscara de naranja (kg) | 1.612.903,23 | 1,00      | 1.612.903,23         |
| 2033                                 | Cáscara de naranja (kg) | 1.612.903,23 | 1,00      | 1.612.903,23         |
| <b>Total</b>                         |                         |              |           | <b>13.709.677,42</b> |

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.1.2 Costos por personal necesario

A continuación, se presenta el costo incurrido por requerimiento de personal para el área de producción, administración, comercialización y legal, se puede observar una planilla de estimación de los costos por personal para el año 2024 y su proyección resumen para los próximos 10 años, datos que serán utilizados para la evaluación económica, se consideraron indicadores de incremento salarial de gestiones 2022 a 2024, los cuales permitieron obtener un promedio de incremento para gestiones futuras.

TABLA 0-4. COSTOS DE PERSONAL GESTIÓN 2024.

| 2024                                   |          |          |                |              |                     |                    |               |                               |                 |           |            |
|----------------------------------------|----------|----------|----------------|--------------|---------------------|--------------------|---------------|-------------------------------|-----------------|-----------|------------|
| PLANILLAS                              |          |          |                |              | Beneficios sociales |                    |               |                               | Seguro de salud |           |            |
| Descripción del puesto                 | Cantidad | Unidad   | Sueldo mensual | Sueldo anual | Aporte vejez 10%    | Riesgo Común 1,71% | Comisión 0,5% | Aporte laboral Solidario 0,5% | CNS 10%         | Aguinaldo | Total      |
| Área de producción                     |          |          |                |              |                     |                    |               |                               |                 |           |            |
| Jefe de producción y calidad           | 2,00     | Operario | 3.500,00       | 84.000,00    | 8.400,00            | 1.436,40           | 4.200,00      | 4.200,00                      | 8.400,00        | 3.500,00  | 114.136,40 |
| Jefe de laboratorio                    | 2,00     | Operario | 2.800,00       | 67.200,00    | 6.720,00            | 1.149,12           | 3.360,00      | 3.360,00                      | 6.720,00        | 2.800,00  | 91.309,12  |
| Encargado de silos y limpieza          | 1,00     | Operario | 2.800,00       | 33.600,00    | 3.360,00            | 574,56             | 1.680,00      | 1.680,00                      | 3.360,00        | 2.800,00  | 47.054,56  |
| Encargado de almacén                   | 2,00     | Operario | 2.800,00       | 67.200,00    | 6.720,00            | 1.149,12           | 3.360,00      | 3.360,00                      | 6.720,00        | 2.800,00  | 91.309,12  |
| Encargado de extracción de A.E.        | 2,00     | Operario | 2.800,00       | 67.200,00    | 6.720,00            | 1.149,12           | 3.360,00      | 3.360,00                      | 6.720,00        | 2.800,00  | 91.309,12  |
| Encargado de concentración             | 2,00     | Operario | 2.800,00       | 67.200,00    | 6.720,00            | 1.149,12           | 3.360,00      | 3.360,00                      | 6.720,00        | 2.800,00  | 91.309,12  |
| Mecánico - electricista                | 2,00     | Operario | 2.800,00       | 67.200,00    | 6.720,00            | 1.149,12           | 3.360,00      | 3.360,00                      | 6.720,00        | 2.800,00  | 91.309,12  |
| Auxiliar mecánico                      | 2,00     | Operario | 2.800,00       | 67.200,00    | 6.720,00            | 1.149,12           | 3.360,00      | 3.360,00                      | 6.720,00        | 2.800,00  | 91.309,12  |
| Ayudantes                              | 2,00     | Operario | 2.500,00       | 60.000,00    | 6.000,00            | 1.026,00           | 3.000,00      | 3.000,00                      | 6.000,00        | 2.500,00  | 81.526,00  |
| Sub total                              | 17,00    | Operario | 25.600,00      | 580.800,00   | 58.080,00           | 9.931,68           | 29.040,00     | 29.040,00                     | 58.080,00       | 25.600,00 | 790.571,68 |
| Área administrativa-Comercial          |          |          |                |              |                     |                    |               |                               |                 |           |            |
| Gerente general                        | 1,00     | Operario | 4.500,00       | 54.000,00    | 5.400,00            | 923,40             | 2.700,00      | 2.700,00                      | 5.400,00        | 4.500,00  | 75.623,40  |
| Jefe Administrativo-Contador-Comercial | 1,00     | Operario | 3.500,00       | 42.000,00    | 4.200,00            | 718,20             | 2.100,00      | 2.100,00                      | 4.200,00        | 3.500,00  | 58.818,20  |
| Asistente                              | 1,00     | Operario | 2.500,00       | 30.000,00    | 3.000,00            | 513,00             | 1.500,00      | 1.500,00                      | 3.000,00        | 2.500,00  | 42.013,00  |
| Secretaria                             | 1,00     | Operario | 2.500,00       | 30.000,00    | 3.000,00            | 513,00             | 1.500,00      | 1.500,00                      | 3.000,00        | 2.500,00  | 42.013,00  |
| Chofer                                 | 2,00     | Operario | 2.500,00       | 60.000,00    | 6.000,00            | 1.026,00           | 3.000,00      | 3.000,00                      | 6.000,00        | 2.500,00  | 81.526,00  |
| Portero                                | 2,00     | Operario | 2.500,00       | 60.000,00    | 6.000,00            | 1.026,00           | 3.000,00      | 3.000,00                      | 6.000,00        | 2.500,00  | 81.526,00  |
| Ayudantes                              | 2,00     | Operario | 2.500,00       | 60.000,00    | 6.000,00            | 1.026,00           | 3.000,00      | 3.000,00                      | 6.000,00        | 2.500,00  | 81.526,00  |
| Sub total                              | 10,00    | Operario | 20.500,00      | 336.000,00   | 33.600,00           | 5.745,60           | 16.800,00     | 16.800,00                     | 33.600,00       | 20.500,00 | 463.045,60 |

|                  |              |          |                  |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                     |
|------------------|--------------|----------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| <b>Legal</b>     |              |          |                  |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                     |
| Asesor legal     | 1,00         | Operario | 2.500,00         | 30.000,00         | 3.000,00         | 513,00           | 1.500,00         | 1.500,00         | 3.000,00         | 1,00             | 39.514,00           |
| <b>Sub total</b> | 1,00         | Operario | 2.500,00         | 30.000,00         | 3.000,00         | 513,00           | 1.500,00         | 1.500,00         | 3.000,00         | 1,00             | 39.514,00           |
| <b>Total</b>     | <b>28,00</b> |          | <b>48.600,00</b> | <b>946.800,00</b> | <b>94.680,00</b> | <b>16.190,28</b> | <b>47.340,00</b> | <b>47.340,00</b> | <b>94.680,00</b> | <b>46.101,00</b> | <b>1.293.131,28</b> |

**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 0-5. COSTOS DE PERSONAL GESTIÓN PROYECTADOS AL 2033 (DIEZ AÑOS DE OPERACIÓN).**

| <b>Resumen planilla</b> |                                |                               |              |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------|
| <b>Año</b>              | <b>Total planilla<br/>prod</b> | <b>Total planilla<br/>adm</b> | <b>Total</b> |
| 2024                    | 790.571,68                     | 502.559,60                    | 1.293.131,28 |
| 2025                    | 814.288,83                     | 529.105,17                    | 1.343.394,00 |
| 2026                    | 840.732,82                     | 554.353,45                    | 1.395.086,27 |
| 2027                    | 868.078,95                     | 580.865,44                    | 1.448.944,39 |
| 2028                    | 896.360,18                     | 608.706,38                    | 1.505.066,55 |
| 2029                    | 925.610,73                     | 637.944,96                    | 1.563.555,69 |
| 2030                    | 955.866,23                     | 668.653,47                    | 1.624.519,71 |
| 2031                    | 987.163,71                     | 700.908,03                    | 1.688.071,74 |
| 2032                    | 1.019.541,67                   | 734.788,76                    | 1.754.330,43 |
| 2033                    | 1.053.040,17                   | 770.379,99                    | 1.823.420,16 |

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.1.3 Costos indirectos de producción

A continuación, se presentan los costos de producción incurridos por necesidades de agua, vapor, energía eléctrica y gas, considerando la planificación de la producción, el primer cuadro refleja los costos detalladamente como ejemplo y el segundo cuadro presenta un resumen de la proyección para los próximos diez años.

**TABLA 0-6. COSTOS DE PRODUCCIÓN INDIRECTOS 2024**

| 2024                             |        |                  |                  |                         |
|----------------------------------|--------|------------------|------------------|-------------------------|
| Costos Indirectos de fabricación |        |                  |                  |                         |
| Descripción                      | Unidad | Cantidad         | Precio unit (Bs) | Precio total anual (Bs) |
| <b>Agua</b>                      |        |                  |                  |                         |
| Agua condensador                 | m3/año | 78,49            | 7,00             | 549,46                  |
| Agua caldero                     | m3/año | 68,26            | 7,00             | 477,83                  |
| Agua para usos menores           | m3/año | 29,38            | 7,00             | 205,63                  |
| <b>Sub total</b>                 |        | <b>176,13</b>    |                  | <b>1.232,92</b>         |
| <b>Vapor</b>                     |        |                  |                  |                         |
| Tanque extractor                 | kg/año | 80.688,96        | 0,46             | 37.358,99               |
| Otros usos                       | kg/año | 8.965,44         | 0,46             | 4.151,00                |
| <b>Sub total</b>                 |        | <b>89.654,40</b> |                  | <b>41.509,99</b>        |
| <b>Energía electrica</b>         |        |                  |                  |                         |
| Caldero                          | kw/año | 10,47            | 17,37            | 181,86                  |
| Bomba centrífuga                 | kw/año | 0,89             | 18,37            | 16,42                   |
| Centrífuga de discos             | kw/año | 3,13             | 19,37            | 60,67                   |
| Equipos de oficinas y varios     | kw/año | 0,32             | 20,37            | 6,42                    |
| <b>Sub total</b>                 |        | <b>14,81</b>     |                  | <b>265,37</b>           |
| <b>Gas</b>                       |        |                  |                  |                         |
| Caldero                          | m3/año | 11,95            | 22,00            | 262,94                  |
| <b>Sub total</b>                 |        |                  |                  | <b>262,94</b>           |
| <b>Total</b>                     |        |                  |                  | <b>43.271,23</b>        |



**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 0-7. COSTOS DE PRODUCCIÓN INDIRECTOS 2025**

| <b>Resumen Costos indirectos de fabricación</b> |                 |
|-------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Año</b>                                      | <b>Monto Bs</b> |
| 2024                                            | 43.271,23       |
| 2025                                            | 57.607,32       |
| 2026                                            | 64.775,37       |
| 2027                                            | 71.943,41       |
| 2028                                            | 71.859,14       |
| 2029                                            | 71.859,14       |
| 2030                                            | 71.859,14       |
| 2031                                            | 71.859,14       |
| 2032                                            | 71.859,14       |
| 2033                                            | 71.859,14       |

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.1.4 OTROS GASTOS GENERALES

En el siguiente cuadro se puede observar otros gastos generales, entre los cuales se incluyen el combustible de vehículos de transporte de materias primas e insumos, equipos de protección personal, material de escritorio y otros servicios básicos como el internet.

**TABLA 0-8. OTROS GASTOS GENERALES**

| <b>Gastos generales</b>             |               |                 |                         |                                |
|-------------------------------------|---------------|-----------------|-------------------------|--------------------------------|
| <b>Descripción</b>                  | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unit (Bs)</b> | <b>Precio total anual (Bs)</b> |
| Combustible de vehículos transporte | Lt/mes        | 700,00          | 3,74                    | 31.416,00                      |
| Equipos de protección personal      | Glb/año       | 1,00            | 6.000,00                | 6.000,00                       |
| Material de escritorio              | Glb/año       | 1,00            | 3.000,00                | 3.000,00                       |
| Internet                            | Mensualidad   | 1,00            | 180,00                  | 2.160,00                       |
| Total                               |               |                 |                         | 42.576,00                      |

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **4.1.5 Capital de trabajo**

A continuación, se presenta el procedimiento para realizar el cálculo del capital de trabajo, el cual utiliza el criterio de que los primeros cuarenta días de producción la empresa no va a generar ingresos económicos y considerando que la empresa va a operar 240 días laborales al año.

##### **Paso 1: Suma de los Costos Anuales**

###### **Costo del producto total**

Se suman los costos anuales de:

- Mano de obra directa
- Costos indirectos de fabricación (CIF)
- Materia prima directa (en este caso, es 0)

###### **Fórmula:**

Costo del producto total=Mano de obra directa+CIF+Materia prima directa

###### **Sustitución:**

$$1.293.131,28+43.271,23+0=1.336.402,51$$

##### **Paso 2: Cálculo del Costo Diario de Producción**

###### **Días laborales**

Se considera la cantidad de días laborales en el año (en este caso, 240).

###### **Fórmula:**

Costo del producto por día=Días laborales/Costo del producto total

###### **Sustitución:**

$$1.336.402,51/240=5.560,3437$$

### Paso 3: Cálculo del Capital de Trabajo para 40 días

Se multiplica el costo diario de producción por el número de días de capital de trabajo requeridos (en este caso, 40 días):

#### Fórmula:

$$\text{Capital de trabajo} = \text{Costo del producto por día} \times \text{Nº de días de CT}$$

#### Sustitución:

$$5.568,3437 \times 40 = 222.733,7509$$

**TABLA 0-9. CÁLCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO**

| <b>Cálculo de capital de trabajo</b> | <b>40 días del costo de producción del primer año</b> |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Detalle</b>                       | <b>Cantidad</b>                                       |
| <b>Materia prima directa</b>         | 0,00                                                  |
| <b>Mano de obra directa</b>          | 1.293.131,28                                          |
| <b>CIF</b>                           | 43.271,23                                             |
| <b>Costo del producto total</b>      | 1.336.402,51                                          |
| <b>Días laborales</b>                | 240                                                   |
| <b>Costo del producto por día</b>    | 5568,343772                                           |
| <b>Por el # de días del CT 40</b>    | 40                                                    |
| <b>Capital de trabajo</b>            | 222733,7509                                           |

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.1.6 Maquinaria y equipo

A continuación, se presenta toda la maquinaria a utilizar el proceso de producción, los vehículos utilizados tanto para la producción como administración y por último el mobiliario de oficina en la fábrica.

**TABLA 0-10. MAQUINARIA, EQUIPO Y VEHÍCULOS**

| <b>Precio de maquinaria y vehículos</b>         |               |                 |                    |                     |
|-------------------------------------------------|---------------|-----------------|--------------------|---------------------|
|                                                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unit</b> | <b>Precio Total</b> |
| <b>Maquinaria y equipo</b>                      |               |                 |                    |                     |
| Caldera de agua caliente                        | Pza           | 1               | 19.500,00          | 19.500,00           |
| Condensador con serpentín                       | Pza           | 1               | 189.000,00         | 189.000,00          |
| Centrífuga de discos                            | Pza           | 1               | 111.360,00         | 111.360,00          |
| Tanque extractor                                | Pza           | 1               | 83.520,00          | 83.520,00           |
| Bomba centrífuga                                | Pza           | 1               | 3.800,00           | 3.800,00            |
| Equipo de laboratorio                           | Kit           | 1               | 13.000,00          | 13.000,00           |
| Sistema de envasado automático o semiautomático | Pza           | 1               | 7.000,00           | 7.000,00            |
| Selladora hermética                             | Pza           | 1               | 3.500,00           | 3.500,00            |
| Etiquetadora                                    | Pza           | 1               | 3.500,00           | 3.500,00            |
| <b>Sub total Maq y Eq</b>                       |               |                 |                    | <b>434.180,00</b>   |
| <b>Vehículos</b>                                |               |                 |                    |                     |
| Vehículo de administración                      | Pza           | 1               | 140.000,00         | 140.000,00          |
| Vehículo de transporte                          | Pza           | 3               | 270.000,00         | 810.000,00          |
| <b>Sub total vehículos</b>                      |               |                 |                    | <b>950.000,00</b>   |
| <b>Total</b>                                    |               |                 |                    | <b>1.384.180,00</b> |

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 0-11. MOBILIARIO DE OFICINA EN FÁBRICA**

| <b>Mobiliario de oficina y fábrica</b>    |               |                 |                         |                          |
|-------------------------------------------|---------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|
|                                           | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unit (Bs)</b> | <b>Precio Total (Bs)</b> |
| <b>Mobiliario de oficina fábrica</b>      |               |                 |                         |                          |
| Escritorio                                | Pza           | 6,00            | 1.800,00                | 10.800,00                |
| Sillas de escritorio                      | Pza           | 6,00            | 1.000,00                | 6.000,00                 |
| Sillas para visitas                       | Pza           | 12,00           | 300,00                  | 3.600,00                 |
| Estantes                                  | Pza           | 8,00            | 700,00                  | 5.600,00                 |
| Computadoras                              | Pza           | 7,00            | 4.500,00                | 31.500,00                |
| <b>Sub total mobiliario de of fábrica</b> |               |                 |                         | <b>57.500,00</b>         |
| <b>Total</b>                              |               |                 |                         | <b>57.500,00</b>         |

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.7 Mantenimiento de maquinaria y equipos

En el siguiente cuadro se puede observar los costos incurridos por mantenimientos de la maquinaria y equipos utilizados en la producción, como también de los vehículos utilizados para la producción y la administración.

**TABLA 0-12. MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y VEHÍCULOS.**

| Mantenimiento de maquinaria y vehículos |        |          |             |                  |
|-----------------------------------------|--------|----------|-------------|------------------|
|                                         | Unidad | Cantidad | Precio Unit | Precio Total     |
| <b>Maquinaria y equipo</b>              |        |          |             |                  |
| Caldera de agua caliente                | Anual  | 1,00     | 2.000,00    | 2.000,00         |
| Condensador con serpentín               | Anual  | 1,00     | 2.000,00    | 2.000,00         |
| Centrífuga de discos                    | Anual  | 1,00     | 2.000,00    | 2.000,00         |
| Tanque extractor                        | Anual  | 1,00     | 2.000,00    | 2.000,00         |
| Bomba centrífuga                        | Anual  | 1,00     | 2.000,00    | 2.000,00         |
| Sistema de envasado automático          | Anual  | 1,00     | 2.000,00    | 2.000,00         |
| <b>Sub total Maq y Eq</b>               |        |          |             | <b>12.000,00</b> |
| <b>Vehículos</b>                        |        |          |             |                  |
| Vehículo de administración              | Anual  | 1,00     | 1.800,00    | 1.800,00         |
| Vehículo de transporte                  | Anual  | 3,00     | 3.000,00    | 9.000,00         |
| <b>Sub total vehículos</b>              |        |          |             | <b>10.800,00</b> |
| <b>Total</b>                            |        |          |             | <b>22.800,00</b> |

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.1.8 Inversión y capital de trabajo

A continuación, se presenta la inversión total de la que requiere el proyecto, entre ellos el terreno e infraestructura, maquinaria, equipo, vehículos y además a esta se debe considerar el capital de trabajo calculado en el punto 4.1.5., alcanzando un total de 2.793.069,75 bs.

**TABLA 0-13. INVERSIÓN Y CAPITAL DE TRABAJO**

| <b>Cuadro de inversión</b>           |                         |
|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>Item</b>                          | <b>Valor total (Bs)</b> |
| <b>Infraestructura</b>               |                         |
| Terreno (820 m2)                     | 164.000,00              |
| Edificio (462 m2)                    | 964.656,00              |
| <b>Sub total infraestructura</b>     | <b>1.128.656,00</b>     |
| <b>Maquinaria y equipo</b>           | 434.180,00              |
| <b>Vehículos</b>                     | 950.000,00              |
| <b>Mobiliario de oficina fabrica</b> | 57.500,00               |
| <b>Sub Inversión fija</b>            | <b>1.441.680,00</b>     |
| <b>Capital de trabajo</b>            | 222.733,75              |
| <b>Sub total capital de trabajo</b>  | <b>222.733,75</b>       |
| <b>Total inversión</b>               | <b>2.793.069,75</b>     |

| <b>Calculo de capital de trabajo</b> | <b>40 días del costo de producción del primer año</b> |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Detalle</b>                       | <b>Cantidad</b>                                       |
| <b>Materia prima directa</b>         | 0,00                                                  |
| <b>Mano de obra directa</b>          | 1.293.131,28                                          |
| <b>CIF</b>                           | 43.271,23                                             |
| <b>Costo del producto total</b>      | 1.336.402,51                                          |
| <b>Días laborales</b>                | 240                                                   |
| <b>Costo del producto por día</b>    | 5568,343772                                           |
| <b>Por el # de días del CT 40</b>    | 40                                                    |
| <b>Capital de trabajo</b>            | 222733,7509                                           |

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.1.9 Costo unitario del producto

En el siguiente cuadro se calcula el costo unitario del producto, con la finalidad de realizar el cálculo del precio unitario de venta del aceite esencial de naranja, utilizando un margen de utilidad del 30 % y esperando alcanzar en los próximos diez años, un margen de utilidad del 55%.

**TABLA 0-14. CÁLCULO DEL COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO**

| Año | Costo Total Bs (A) | Cantidad Total Kg (B) | Costo Unitario de producción (A/B) |
|-----|--------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 1   | 1.652.294,52       | 500,00                | 3.304,59                           |
| 2   | 1.690.827,76       | 500,00                | 3.381,66                           |
| 3   | 2.128.164,80       | 750,00                | 2.837,55                           |
| 4   | 2.163.198,15       | 750,00                | 2.884,26                           |
| 5   | 2.595.160,85       | 1.000,00              | 2.595,16                           |
| 6   | 2.627.847,30       | 1.000,00              | 2.627,85                           |
| 7   | 2.661.676,14       | 1.000,00              | 2.661,68                           |
| 8   | 2.696.689,88       | 1.000,00              | 2.696,69                           |
| 9   | 2.732.932,76       | 1.000,00              | 2.732,93                           |
| 10  | 2.770.450,77       | 1.000,00              | 2.770,45                           |

**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 0-15. CÁLCULO DE PRECIO UNITARIO DE VENTA**

| Año | Costo Unitario de producción bs/kg | Margen de utilidad | Precio de venta antes de impuestos | Precio de venta con impuestos |
|-----|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 1   | 3.304,59                           | 0,30               | 4.295,97                           | 4.854,44                      |
| 2   | 3.381,66                           | 0,35               | 4.565,23                           | 5.158,72                      |
| 3   | 2.837,55                           | 0,40               | 3.972,57                           | 4.489,01                      |
| 4   | 2.884,26                           | 0,45               | 4.182,18                           | 4.725,87                      |
| 5   | 2.595,16                           | 0,50               | 3.892,74                           | 4.398,80                      |
| 6   | 2.627,85                           | 0,55               | 4.073,16                           | 4.602,67                      |
| 7   | 2.661,68                           | 0,55               | 4.125,60                           | 4.661,93                      |
| 8   | 2.696,69                           | 0,55               | 4.179,87                           | 4.723,25                      |
| 9   | 2.732,93                           | 0,55               | 4.236,05                           | 4.786,73                      |
| 10  | 2.770,45                           | 0,55               | 4.294,20                           | 4.852,44                      |

**Fuente:** Elaboración propia.



#### 4.1.10 Precio de venta actual en el mercado

**TABLA 0-16. PRECIO ACTUAL DEL MERCADO**

| Precio actual en mercado (Bs) |      |          |
|-------------------------------|------|----------|
| Kg                            | Oz   | Bs       |
| 0,00963                       | 0,34 | 65       |
| 1                             |      | 6.743,55 |

**Fuente:** Elaboración propia

En el cuadro se puede observar que 0.34 Oz de aceite esencial de naranja se comercializa en 65 bs, si se convierten Oz a Kg, se estima que el precio de venta del Kg de aceite de naranja alcanza un aproximado de 6743 bs, precio mucho más elevado que el que ofrecerá la empresa propuesta, ya que este será de 4773bs en el primer año.

#### 4.1.11 Estimación de ingresos

En el siguiente cuadro se realiza la estimación de ingresos en base a la capacidad de producción planificada por la empresa, para los próximos cinco años, se debe considerar que este cálculo utiliza el precio unitario de venta calculado en el punto 4.1.10.

**TABLA 0-17. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN PLANIFICADA**

| AÑO    | ACEITE ESENCIAL Tm/AÑO | CAPACIDAD INSTALADA % |
|--------|------------------------|-----------------------|
| 2      | 5                      | 50                    |
| 4      | 7,5                    | 75                    |
| 5 a 10 | 10                     | 100                   |

**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 0-18. ESTIMACIÓN DE INGRESOS EN (BS)**

| Estado de resultados            |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Detalle                         | Año 1               | Año 2               | Año 3               | Año 4               | Año 5               | Año 6               | Año 7               | Año 8               | Año 9               | Año 10              |
| Aceite esencial de naranja (kg) | 500,00              | 500,00              | 750,00              | 750,00              | 1.000,00            | 1.000,00            | 1.000,00            | 1.000,00            | 1.000,00            | 1.000,00            |
| Precio por unidad               | 4.854,44            | 5.158,72            | 4.489,01            | 4.725,87            | 4.398,80            | 4.602,67            | 4.661,93            | 4.723,25            | 4.786,73            | 4.852,44            |
| <b>Ingreso por ventas</b>       | <b>2.427.220,65</b> | <b>2.579.357,75</b> | <b>3.366.756,72</b> | <b>3.544.400,17</b> | <b>4.398.797,64</b> | <b>4.602.674,55</b> | <b>4.661.925,76</b> | <b>4.723.252,32</b> | <b>4.786.731,72</b> | <b>4.852.444,53</b> |

**Fuente:** Elaboración propia.

## 4.2 Depreciaciones

En el siguiente cuadro se realiza el cálculo de las depreciaciones considerando el valor de los activos y la vida útil de los mismos.

**TABLA 0-19. DEPRECIACIÓN DE LOS ACTIVOS**

| Tabla de depreciación activos fijos  |                      |           |                   |                     |                     |
|--------------------------------------|----------------------|-----------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Detalle de activos                   | Valor de los activos | Vida Útil | Depreciación      | Valor de salvamento |                     |
|                                      |                      |           |                   | Porcentual          | Bolivianos Bs.      |
| <b>Terreno</b>                       | 164.000,00           |           |                   |                     |                     |
| <b>Edificio</b>                      | 964.656,00           | 40,00     | 24.116,40         | 87,50               | 120.582,00          |
| <b>Maquinaria y equipo</b>           | 434.180,00           | 8,00      | 54.272,50         | 37,50               | 271.362,50          |
| <b>Vehículos</b>                     | 950.000,00           | 5,00      | 190.000,00        | 0,00                | 950.000,00          |
| <b>Mobiliario de oficina fábrica</b> | 57.500,00            | 10,00     | 5.750,00          | 50,00               | 28.750,00           |
| <b>Total</b>                         | <b>2.570.336,00</b>  |           | <b>274.138,90</b> |                     | <b>1.370.694,50</b> |

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.3 Financiamiento

#### 4.3.1 Necesidad de capital

A continuación, se presenta la necesidad de capital para poder iniciar la producción de aceite esencial de naranja.

**TABLA 0-20. NECESIDAD DE CAPITAL EN (BS)**

| <b>Financiamiento de inversión (bs)</b> |                     |
|-----------------------------------------|---------------------|
| <b>Detalle</b>                          | <b>Requerido</b>    |
| <b>Inversión Fija</b>                   |                     |
| Terreno                                 | 164.000,00          |
| Edificio                                | 964.656,00          |
| Maquinaria y equipos                    | 434.180,00          |
| Vehículos                               | 950.000,00          |
| Mobiliario de oficina fábrica           | 57.500,00           |
| <b>Sub total</b>                        | <b>2.570.336,00</b> |
| <b>Capital de trabajo</b>               |                     |
| Capital de trabajo                      | 222.733,75          |
| <b>Subtotal</b>                         | <b>222.733,75</b>   |
| <b>Total</b>                            | <b>2.793.069,75</b> |

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.3.2 Fuentes de financiamiento

En el siguiente cuadro se observa las fuentes de financiamiento, donde un 60 % será cubierto por aporte propio y un 40 % por financiamiento bancario.

**TABLA 0-21. FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

| <b>Financiamiento de inversión (bs)</b> |                     |                            |                                |                     |
|-----------------------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------|
| <b>Detalle</b>                          | <b>Requerido</b>    | <b>Aporte propio (60%)</b> | <b>Aporte solicitado (40%)</b> | <b>Total</b>        |
| <b>Inversión Fija</b>                   |                     |                            |                                |                     |
| Terreno                                 | 164.000,00          | 98.400,00                  | 65.600,00                      | 164.000,00          |
| Edificio                                | 964.656,00          | 578.793,60                 | 385.862,40                     | 964.656,00          |
| Maquinaria y equipos                    | 434.180,00          | 260.508,00                 | 173.672,00                     | 434.180,00          |
| Vehículos                               | 950.000,00          | 570.000,00                 | 380.000,00                     | 950.000,00          |
| Mobiliario de oficina fabrica           | 57.500,00           | 34.500,00                  | 23.000,00                      | 57.500,00           |
| <b>Sub total</b>                        | <b>2.570.336,00</b> | <b>1.542.201,60</b>        | <b>1.028.134,40</b>            | <b>2.570.336,00</b> |
| <b>Capital de trabajo</b>               |                     |                            |                                |                     |
| Capital de trabajo                      | 222.733,75          | 133.640,25                 | 89.093,50                      | 222.733,75          |
| <b>Subtotal</b>                         | <b>222.733,75</b>   | <b>133.640,25</b>          | <b>89.093,50</b>               | <b>222.733,75</b>   |
| <b>Total</b>                            | <b>2.793.069,75</b> | <b>1.675.841,85</b>        | <b>1.117.227,90</b>            | <b>2.793.069,75</b> |

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.3.3 Amortizaciones

Se realizó el cálculo de la amortización considerando un interés anual del 6 %, plazo para pago del financiamiento de 5 años y una cuota de 263.867 bs.

**TABLA 0-22. CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN**

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| <b>Monto de préstamo (bs)</b> | 1.117.227,90 |
| <b>Interés anual (%)</b>      | 6,00%        |
| <b>Tiempo de pago (años)</b>  | 10           |
| <b>Cuota Fija</b>             | 151.795,47   |

| <b>Año</b> | <b>Saldo inicial</b> | <b>Cuota fija</b> | <b>Interés</b> | <b>Abono capital</b> | <b>Saldo final</b> |
|------------|----------------------|-------------------|----------------|----------------------|--------------------|
| 0          |                      |                   | 0              |                      | 1.117.227,90       |
| 1          | 1.117.227,90         | 151.795,47        | 67033,67402    | 84.761,80            | 1.032.466,10       |
| 2          | 1.032.466,10         | 151.795,47        | 61947,96604    | 89.847,51            | 942.618,59         |
| 3          | 942.618,59           | 151.795,47        | 56557,11558    | 95.238,36            | 847.380,23         |
| 4          | 847.380,23           | 151.795,47        | 50842,8141     | 100.952,66           | 746.427,58         |
| 5          | 746.427,58           | 151.795,47        | 44785,65452    | 107.009,82           | 639.417,76         |
| 6          | 639.417,76           | 151.795,47        | 38365,06537    | 113.430,41           | 525.987,35         |
| 7          | 525.987,35           | 151.795,47        | 31559,24087    | 120.236,23           | 405.751,12         |
| 8          | 405.751,12           | 151.795,47        | 24345,0669     | 127.450,41           | 278.300,71         |
| 9          | 278.300,71           | 151.795,47        | 16698,0425     | 135.097,43           | 143.203,28         |
| 10         | 143.203,28           | 151.795,47        | 8592,196624    | 143.203,28           | 0,00               |

**Fuente:** Elaboración propia.

## **CAPÍTULO V. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO**

## 5.1 Estado de flujo económico

**TABLA 5-1. ESTADO DE FLUJO ECONÓMICO**

| Estado de resultados                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
|------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Detalle                                  | Año 1               | Año 2               | Año 3               | Año 4               | Año 5               | Año 6               | Año 7               | Año 8               | Año 9               | Año 10              |
| Aceite esencial de naranja (kg)          | 500,00              | 500,00              | 750,00              | 750,00              | 1.000,00            | 1.000,00            | 1.000,00            | 1.000,00            | 1.000,00            | 1.000,00            |
| Precio por unidad                        | 4.854,44            | 5.158,72            | 4.489,01            | 4.725,87            | 4.398,80            | 4.602,67            | 4.661,93            | 4.723,25            | 4.786,73            | 4.852,44            |
| <b>Ingreso por ventas</b>                | <b>2.427.220,65</b> | <b>2.579.357,75</b> | <b>3.366.756,72</b> | <b>3.544.400,17</b> | <b>4.398.797,64</b> | <b>4.602.674,55</b> | <b>4.661.925,76</b> | <b>4.723.252,32</b> | <b>4.786.731,72</b> | <b>4.852.444,53</b> |
| Mano de obra en produccion               | 790.571,68          | 814.288,83          | 840.732,82          | 868.078,95          | 896.360,18          | 925.610,73          | 955.866,23          | 987.163,71          | 1.019.541,67        | 1.053.040,17        |
| Materia prima                            | 0,00                | 0,00                | 0,00                | 0,00                | 0,00                | 0,00                | 0,00                | 0,00                | 0,00                | 0,00                |
| Costos indirectos de fabricación         | 43.271,23           | 57.607,32           | 64.775,37           | 71.943,41           | 71.859,14           | 74.733,51           | 77.722,85           | 80.831,76           | 84.065,04           | 87.427,64           |
| Costos por mantenimiento de maq y eq     | 12.000,00           | 12.480,00           | 12.979,20           | 13.498,37           | 14.038,30           | 14.599,83           | 15.183,83           | 15.791,18           | 16.422,83           | 17.079,74           |
| <b>Costos de producción</b>              | <b>845.842,91</b>   | <b>884.376,15</b>   | <b>918.487,38</b>   | <b>953.520,73</b>   | <b>982.257,62</b>   | <b>1.014.944,08</b> | <b>1.048.772,91</b> | <b>1.083.786,65</b> | <b>1.120.029,53</b> | <b>1.157.547,55</b> |
| <b>Utilidad bruta</b>                    | <b>1.581.377,74</b> | <b>1.694.981,60</b> | <b>2.448.269,33</b> | <b>2.590.879,44</b> | <b>3.416.540,02</b> | <b>3.587.730,47</b> | <b>3.613.152,84</b> | <b>3.639.465,67</b> | <b>3.666.702,19</b> | <b>3.694.896,98</b> |
| <b>Costos de operación</b>               | <b>1.006.327,65</b> | <b>1.033.305,21</b> | <b>1.059.002,78</b> | <b>1.085.982,02</b> | <b>1.114.308,90</b> | <b>1.144.052,86</b> | <b>1.175.286,97</b> | <b>1.208.088,15</b> | <b>1.242.537,35</b> | <b>1.278.719,81</b> |
| <b>Gastos de administración</b>          | <b>1.006.327,65</b> | <b>1.033.305,21</b> | <b>1.059.002,78</b> | <b>1.085.982,02</b> | <b>1.114.308,90</b> | <b>1.144.052,86</b> | <b>1.175.286,97</b> | <b>1.208.088,15</b> | <b>1.242.537,35</b> | <b>1.278.719,81</b> |
| Sueldos y salarios administración        | 502.559,60          | 529.105,17          | 554.353,45          | 580.865,44          | 608.706,38          | 637.944,96          | 668.653,47          | 700.908,03          | 734.788,76          | 770.379,99          |
| Depreciación                             | 274.138,90          | 274.138,90          | 274.138,90          | 274.138,90          | 274.138,90          | 274.138,90          | 274.138,90          | 274.138,90          | 274.138,90          | 274.138,90          |
| Amortizacion                             | 218.829,15          | 218.829,15          | 218.829,15          | 218.829,15          | 218.829,15          | 218.829,15          | 218.829,15          | 218.829,15          | 218.829,15          | 218.829,15          |
| Gastos por mantenimiento vehículos       | 10.800,00           | 11.232,00           | 11.681,28           | 12.148,53           | 12.634,47           | 13.139,85           | 13.665,45           | 14.212,06           | 14.780,55           | 15.371,77           |
| <b>Utilidad de operación</b>             | <b>575.050,09</b>   | <b>661.676,39</b>   | <b>1.389.266,56</b> | <b>1.504.897,42</b> | <b>2.302.231,12</b> | <b>2.443.677,62</b> | <b>2.437.865,88</b> | <b>2.431.377,52</b> | <b>2.424.164,84</b> | <b>2.416.177,17</b> |
| <b>Utilidad antes de impuesto</b>        | <b>575.050,09</b>   | <b>661.676,39</b>   | <b>1.389.266,56</b> | <b>1.504.897,42</b> | <b>2.302.231,12</b> | <b>2.443.677,62</b> | <b>2.437.865,88</b> | <b>2.431.377,52</b> | <b>2.424.164,84</b> | <b>2.416.177,17</b> |
| Impuesto a la transacciones (3%)         | 72.816,62           | 77.380,73           | 101.002,70          | 106.332,01          | 131.963,93          | 138.080,24          | 139.857,77          | 141.697,57          | 143.601,95          | 145.573,34          |
| <b>Utilidad imponible</b>                | <b>502.233,47</b>   | <b>584.295,66</b>   | <b>1.288.263,86</b> | <b>1.398.565,42</b> | <b>2.170.267,19</b> | <b>2.305.597,38</b> | <b>2.298.008,10</b> | <b>2.289.679,95</b> | <b>2.280.562,89</b> | <b>2.270.603,84</b> |
| Impuesto a la utilidad (25%)             | 125.558,37          | 146.073,91          | 322.065,96          | 349.641,35          | 542.566,80          | 576.399,35          | 574.502,03          | 572.419,99          | 570.140,72          | 567.650,96          |
| <b>Utilidad neta Bs</b>                  | <b>376.675,11</b>   | <b>438.221,74</b>   | <b>966.197,89</b>   | <b>1.048.924,06</b> | <b>1.627.700,39</b> | <b>1.729.198,04</b> | <b>1.723.506,08</b> | <b>1.717.259,97</b> | <b>1.710.422,17</b> | <b>1.702.952,88</b> |
| <b>Utilidad neta \$</b>                  | <b>54.119,99</b>    | <b>62.962,89</b>    | <b>138.821,54</b>   | <b>150.707,48</b>   | <b>233.865,00</b>   | <b>248.447,99</b>   | <b>247.630,18</b>   | <b>246.732,75</b>   | <b>245.750,31</b>   | <b>244.677,14</b>   |
| <b>Utilidad neta promedio mensual \$</b> | <b>4.510,00</b>     | <b>5.246,91</b>     | <b>11.568,46</b>    | <b>12.558,96</b>    | <b>19.488,75</b>    | <b>20.704,00</b>    | <b>20.635,85</b>    | <b>20.561,06</b>    | <b>20.479,19</b>    | <b>20.389,76</b>    |

**Fuente:** Elaboración propia

## 5.2 Determinación del punto de equilibrio

En el siguiente cuadro se puede observar el punto de equilibrio tanto en términos monetarios, como en términos de volumen, es decir se calculó en que punto de ventas la empresa no genera pérdidas ni ganancias, por lo tanto, este punto de equilibrio deberá ser un punto de partida para planificar los ingresos necesarios para que la empresa sea rentable.

**TABLA 5-2. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO**

|                                 | Año 1        | Año 2        | Año 3        | Año 4        | Año 5        | Año 6        | Año 7        | Año 8        | Año 9        | Año 10       |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Costo variable (bs)</b>      | 43.271,23    | 57.607,32    | 64.775,37    | 71.943,41    | 71.859,14    | 74.733,51    | 77.722,85    | 80.831,76    | 84.065,04    | 87.427,64    |
| <b>Costo fijo total (bs)</b>    | 802.571,68   | 826.768,83   | 853.712,02   | 881.577,32   | 910.398,48   | 940.210,57   | 971.050,06   | 1.002.954,89 | 1.035.964,49 | 1.070.119,91 |
| <b>Ventas totales (bs)</b>      | 2.427.220,65 | 2.579.357,75 | 3.366.756,72 | 3.544.400,17 | 4.398.797,64 | 4.602.674,55 | 4.661.925,76 | 4.723.252,32 | 4.786.731,72 | 4.852.444,53 |
| <b>Punto de equilibrio (bs)</b> | 817.139,21   | 845.655,69   | 870.459,39   | 899.842,11   | 925.517,82   | 955.728,71   | 987.513,73   | 1.020.417,89 | 1.054.483,43 | 1.089.754,27 |

|                             | Año 1      | Año 2      | Año 3      | Año 4      | Año 5      | Año 6      | Año 7      | Año 8        | Año 9        | Año 10       |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>P.E monetario (bs)</b>   | 817.139,21 | 845.655,69 | 870.459,39 | 899.842,11 | 925.517,82 | 955.728,71 | 987.513,73 | 1.020.417,89 | 1.054.483,43 | 1.089.754,27 |
| <b>Precio de venta (bs)</b> | 4.854,44   | 5.158,72   | 4.489,01   | 4.725,87   | 4.398,80   | 4.602,67   | 4.661,93   | 4.723,25     | 4.786,73     | 4.852,44     |
| <b>P.E.V. (kg)</b>          | 168,33     | 163,93     | 193,91     | 190,41     | 210,40     | 207,65     | 211,83     | 216,04       | 220,29       | 224,58       |

**Fuente:** Elaboración propia.



### 5.3 Tasa interna de retorno y valor actual neto

A continuación, se presentan los parámetros para poder evaluar los resultados del cálculo del TIR y del VAN.

**TABLA 5-3. DATOS PARA CALCULO DE VAN Y TIR**

| TIR                               |                         |             |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------|
| SI TIR < K                        | NO ES RENTABLE          | RECHAZO     |
| SI TIR = K                        | NO SE PIERDE NI SE GANA | INDIFERENTE |
| SI TIR > K                        | ES RENTABLE             | ACEPTAR     |
| K = TASA DE DESCUENTO DEL MERCADO |                         |             |

**Fuente:** Elaboración propia.

Considerando una inversión inicial de:

|                  |              |
|------------------|--------------|
| <b>INVERSIÓN</b> | 2.779.069,75 |
|------------------|--------------|

Los flujos de egresos estimados que se observan en el flujo económico (Ver punto 5.1):

| FLUJO DE EGRESOS |              |
|------------------|--------------|
| AÑO              | EGRESOS      |
| 1                | 845.842,91   |
| 2                | 884.376,15   |
| 3                | 918.487,38   |
| 4                | 953.520,73   |
| 5                | 982.257,62   |
| 6                | 1.014.944,08 |
| 7                | 1.048.772,91 |
| 8                | 1.083.786,65 |
| 9                | 1.120.029,53 |
| 10               | 1.157.547,55 |

Los flujos de ingresos que se observan en el flujo económico (Ver punto 5.1):

| FLUJO DE INGRESOS |              |
|-------------------|--------------|
| AÑO               | INGRESOS     |
| 1                 | 2.427.220,65 |
| 2                 | 2.579.357,75 |
| 3                 | 3.366.756,72 |
| 4                 | 3.544.400,17 |
| 5                 | 4.398.797,64 |
| 6                 | 4.602.674,55 |
| 7                 | 4.661.925,76 |
| 8                 | 4.723.252,32 |
| 9                 | 4.786.731,72 |
| 10                | 4.852.444,53 |

Obteniendo el flujo de caja, el cual es necesario para el cálculo de los indicadores del TIR y VAN que se muestra en siguiente cuadro:

**TABLA 5-4. FLUJO DE CAJA**

| FLUJO EFECTIVO NETO |                 |               |
|---------------------|-----------------|---------------|
| AÑO                 | FLUJO EFEC NETO | ACUMULADO     |
| 1                   | 376.675,11      |               |
| 2                   | 438.221,74      | 438.221,74    |
| 3                   | 966.197,89      | 1.404.419,64  |
| 4                   | 1.048.924,06    | 2.453.343,70  |
| 5                   | 1.627.700,39    | 4.081.044,09  |
| 6                   | 1.729.198,04    | 5.810.242,12  |
| 7                   | 1.723.506,08    | 7.533.748,20  |
| 8                   | 1.717.259,97    | 9.251.008,17  |
| 9                   | 1.710.422,17    | 10.961.430,33 |
| 10                  | 1.702.952,88    | 12.664.383,21 |

**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 5-5. TASA DE ACTUALIZACIÓN**

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| <b>TASA DE ACTUALIZACIÓN (k)</b> | 12,00% |
| <b>TIR &gt;</b>                  | K      |

**Fuente:** elaboración propia

**TABLA 5-6. TIR Y VAN**

|            |                |                  |
|------------|----------------|------------------|
| <b>TIR</b> | 42%            | <b>ACEPTABLE</b> |
| <b>VAN</b> | Bs4.462.247,39 | <b>GANANCIAS</b> |

**Fuente:** Elaboración propia.

En el cuadro se puede observar que los valores de TIR y VAN son muy favorables para la empresa, por lo tanto, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

#### 5.4 Tiempo de retorno de la inversión

**TABLA 5-7. TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN**

| <b>FLUJO EFECTIVO NETO</b> |                        |                  |
|----------------------------|------------------------|------------------|
| <b>AÑO</b>                 | <b>FLUJO EFEC NETO</b> | <b>ACUMULADO</b> |
| 1                          | 376.675,11             |                  |
| 2                          | 438.221,74             | 438.221,74       |
| 3                          | 966.197,89             | 1.404.419,64     |
| 4                          | 1.048.924,06           | 2.453.343,70     |
| 5                          | 1.627.700,39           | 4.081.044,09     |
| 6                          | 1.729.198,04           | 5.810.242,12     |
| 7                          | 1.723.506,08           | 7.533.748,20     |
| 8                          | 1.717.259,97           | 9.251.008,17     |
| 9                          | 1.710.422,17           | 10.961.430,33    |
| 10                         | 1.702.952,88           | 12.664.383,21    |

|                                       |              |                  |
|---------------------------------------|--------------|------------------|
| <b>INVERSIÓN</b>                      | 2.793.069,75 |                  |
| <b>TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN</b> | 4,203413614  | 4 AÑOS Y 2 MESES |

**Fuente:** Elaboración propia.

Según las estimaciones el tiempo para recuperar la inversión del proyecto es de cuatro años y dos meses, el cual fue calculado en base a flujo efectivo neto que se estima va a generar la empresa.

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 Conclusiones

- El estudio de mercado realizado sobre la producción y comercialización del aceite esencial de naranja (cítricos) en Bolivia, y particularmente en el departamento de Tarija, demuestra un alto potencial de desarrollo para este producto, tanto a nivel nacional como internacional. Actualmente, la oferta nacional de aceite esencial de naranja es limitada, casi inexistente a escala industrial, y se ve superada por una demanda creciente que depende en gran medida de las importaciones, generando una clara brecha de mercado insatisfecho. La proyección nacional indica un aumento sostenido en la demanda durante los próximos 10 años, superando ampliamente la capacidad productiva actual. Esta situación representa una oportunidad estratégica para nuevos emprendimientos, ya que no solo se podría cubrir la demanda interna, sino también generar excedentes con potencial de exportación a mercados internacionales donde la demanda también presenta una tendencia de crecimiento moderado, aunque más estabilizada que en el ámbito nacional. La disponibilidad local de materia prima (cáscaras de naranja desechadas por la industria de jugos), sumada a ventajas competitivas como la cercanía al mercado, bajos costos de producción, orientación al cliente y compromiso ambiental y social, fortalecen la viabilidad del proyecto. Además, el análisis de precios evidencia que el producto nacional podría posicionarse competitivamente frente a los productos importados, aportando valor agregado a la economía regional. En síntesis, el estudio respalda de manera sólida la implementación de una planta productora de aceite esencial de naranja en Tarija, como una alternativa innovadora, rentable y sostenible que contribuirá a la diversificación productiva, generación de empleo y reducción de la dependencia de importaciones, satisfaciendo una necesidad real del mercado local y nacional, y con perspectiva de inserción internacional.
- El tamaño del Proyecto de la Planta Procesadora de jugos de cítricos APROCA/ECOFRUT ha sido determinado con base en una capacidad de procesamiento de 4 toneladas por hora, permitiendo obtener 2.000 litros por hora de jugo y hasta 7,378 kg/h de aceite esencial a partir de la cáscara de naranja. El plan de producción establece una puesta en marcha en el año 2024, con una transición gradual hacia su capacidad máxima de producción. Según el cronograma proyectado, la planta iniciará operaciones al 50% de su capacidad (5

Tm/año de aceite esencial) en el segundo año de operación, aumentando a 75% (7,5 Tm/año) en el cuarto año, y alcanzando el 100% de capacidad instalada (10 Tm/año) entre los años 5 al 10.

Esta planificación escalonada responde estratégicamente a la disponibilidad de materia prima, la absorción progresiva del mercado y la madurez operativa de la planta. Además, se sustenta en la existencia de una demanda insatisfecha tanto a nivel nacional como internacional, lo cual justifica el crecimiento paulatino del volumen de producción.

La localización del proyecto en la provincia Cercado, Tarija, se fundamenta en criterios logísticos, económicos y operativos que favorecen el acceso a materia prima, servicios básicos, mano de obra calificada y canales de distribución. Asimismo, la infraestructura disponible permite una operación sostenible con sistemas de mantenimiento, eliminación de desechos y expansión futura.

En resumen, el tamaño del proyecto es adecuado, viable y escalable, permitiendo una implementación eficiente desde 2024, con una proyección de vida útil de 20 años, y una operación continua y rentable en función de la evolución del mercado y las capacidades técnicas de la planta.

- Tras una evaluación detallada de las distintas alternativas tecnológicas para la extracción de aceite esencial de naranja, considerando aspectos técnicos, económicos, ambientales y operativos, el método de **extracción por arrastre con vapor** fue seleccionado como el más adecuado para el proyecto. Esta decisión se basa en su equilibrio entre **costo accesible, calidad del producto, simplicidad operativa y disponibilidad tecnológica**, elementos claves para una planta de escala industrial en fase de crecimiento.

Aunque métodos como el de fluidos supercríticos ofrecen un rendimiento superior, su **alta inversión inicial y complejidad técnica** los hacen menos viables en el contexto actual del proyecto. Por otro lado, métodos tradicionales como el enfleurage o la extracción con solventes fueron descartados por ser obsoletos, contaminantes o peligrosos.

La **extracción por arrastre con vapor** se alinea con los conocimientos en ingeniería química y mecánica aplicados en el diseño de equipos, permitiendo además un control adecuado de temperatura y presión para preservar las propiedades organolépticas del aceite esencial. Su capacidad de operar con

**infraestructura básica pero eficiente**, junto con un proceso escalable, seguro y limpio, lo convierte en una solución sostenible y replicable.

Finalmente, este método asegura la **obtención de un aceite esencial puro y libre de residuos químicos**, apto para usos en las industrias cosmética, alimentaria y farmacéutica. Por tanto, su adopción respalda técnica, económica y estratégicamente el desarrollo del proyecto, garantizando productos de calidad que cumplan con las demandas del mercado nacional e internacional.

- Los balances de materia y energía realizados para el proceso de extracción de aceite esencial de cáscara de naranja permiten establecer con precisión las condiciones operativas necesarias para el funcionamiento eficiente de la planta, garantizando la viabilidad técnica del proyecto. En el **balance de materia**, se identificó que para procesar 1.190 kg/h de cáscara de naranja, se requiere aproximadamente 566 kg/h de vapor de agua. Este proceso permite obtener un flujo de **41,058 kg/h de aceite esencial**, equivalente a un rendimiento aproximado del 3,45%. La distribución de flujos entre los residuos, extractos y vapor, así como la eficiencia de condensación, fueron calculadas con base en datos bibliográficos confiables, lo cual asegura un diseño ajustado a condiciones reales de operación. Respecto al **balance de energía**, se calculó que el sistema requiere un total de **69.285,50 kcal/h** para llevar a cabo el calentamiento y evaporación del agua necesaria para el arrastre de vapor. Este requerimiento energético está directamente relacionado con el consumo de combustible ( $\text{CH}_4$ ), estimado en **243,2 kg/h**, y el aire necesario para su combustión, lo que garantiza una generación de vapor suficiente para sostener la operación continua. Además, en el **condensador**, el proceso de transferencia térmica fue dimensionado correctamente. Se estimó un calor cedido de aproximadamente **275.609 kcal/h**, el cual es absorbido por un flujo de agua de refrigeración calculado en **129.276,7 kg/h**, cumpliendo con el equilibrio térmico del sistema. En conjunto, estos balances demuestran que el proceso está **termo-mecánicamente equilibrado**, con flujos de entrada y salida bien definidos, y requerimientos energéticos alcanzables con los recursos propuestos. Así, se valida técnicamente el diseño de la planta, asegurando que tanto los insumos (materia prima, vapor, energía) como los productos (aceite esencial y subproductos) estén adecuadamente cuantificados

y que el sistema puede funcionar de manera **sostenible, eficiente y segura** en condiciones reales de operación.

- El dimensionamiento de los principales equipos del sistema de extracción de aceite esencial de cáscara de naranja fue realizado siguiendo criterios técnicos, parámetros recomendados por bibliografía especializada y un enfoque práctico basado en métodos gráficos y de ingeniería clásica. Este proceso permitió establecer configuraciones funcionales, eficientes y seguras para cada componente del sistema, garantizando su adecuación a las necesidades de producción previstas. En primer lugar, el **tanque extractor** fue diseñado para procesar 2.000 kg/h de materia vegetal, considerando factores de expansión del material, distribución del vapor y sobrediseño. Se definió un volumen útil de **4,24 m<sup>3</sup>**, con dimensiones proporcionales (altura igual al diámetro) y un diseño cilíndrico vertical fabricado en acero inoxidable, cumpliendo con estándares de resistencia, higiene y durabilidad. El **condensador tipo serpentín** fue dimensionado en función de los requerimientos térmicos del sistema, considerando tanto el volumen necesario para el serpentín como el espacio total del tanque. El diseño final incluyó **12 vueltas de serpentín con una longitud total de 67 metros** y una capacidad volumétrica total de **2,79 m<sup>3</sup>**, garantizando una eficiente transferencia de calor y adecuada condensación de los vapores generados. La **centrífuga de discos** o decantador fue diseñada con base en parámetros de separación física, temperatura de operación y velocidad de ascenso del aceite. Con **61 platos cónicos** y una potencia requerida de **3 HP** (considerando una eficiencia del 75%), este equipo asegura una separación eficiente del aceite esencial remanente en la emulsión, facilitando la obtención del producto final con alta pureza. En conjunto, el dimensionamiento técnico de los equipos refleja un diseño integral y bien fundamentado, que prioriza la funcionalidad operativa, la eficiencia térmica y mecánica, y la adaptabilidad a condiciones reales de producción. Este proceso constituye una base sólida para la construcción, implementación y puesta en marcha de una planta de extracción confiable, sostenible y económicamente viable.
- El proyecto para la producción de aceite esencial de naranja requiere una inversión total de **Bs 2.793.069,75**, la cual se compone de inversión fija por **Bs 1.441.680,00** y capital de trabajo por **Bs 222.733,75**, cubriendo así todos los elementos



necesarios para la puesta en marcha y operación inicial del emprendimiento. Uno de los rubros más significativos dentro de los costos operativos es el **personal**, que en su conjunto asciende a **Bs 1.293.131,28** para el primer año (2024). Esta cifra comprende los sueldos y beneficios sociales de 28 trabajadores distribuidos en tres áreas clave: producción, administración-comercial y asesoría legal. El área de producción cuenta con 17 empleados, incluyendo jefe de producción, laboratoristas, encargados de extracción y mecánicos. El área administrativa y comercial emplea a 10 personas, incluyendo gerente, contadores, choferes y asistentes. Finalmente, se incluye un asesor legal. Este costo crece progresivamente cada año, superando los **Bs 1.823.000,00** en 2033, reflejando incrementos salariales proyectados en base a tendencias históricas. A nivel de **materia prima**, aunque se realiza un cálculo referencial estimado en más de **Bs 13.700.000** para 10 años, este insumo no representa un gasto real ya que la cáscara de naranja proviene del mismo proceso productivo de jugo, lo que reduce considerablemente los costos directos de fabricación. Otros gastos considerados incluyen los **costos indirectos de producción**, como consumo de agua, vapor, energía eléctrica y gas, que ascienden a **Bs 43.271,23** el primer año, con una estabilización a partir del año 5 en alrededor de **Bs 71.859,14** anuales. También se contemplan **otros gastos generales** como combustible, equipos de protección, material de oficina e internet por un total de **Bs 42.576,00** anuales, y un gasto de **Bs 20.800,00** por mantenimiento de maquinaria y vehículos. En cuanto a la **inversión fija**, destacan: infraestructura (**Bs 1.128.656,00**), maquinaria y equipos (**Bs 434.180,00**), vehículos (**Bs 950.000,00**) y mobiliario de oficina (**Bs 57.500,00**). Además, se calcula una depreciación anual acumulada de los activos por **Bs 274.138,90**, estimando su vida útil en rangos de 5 a 40 años. El **costo unitario de producción** del aceite esencial inicia en **Bs 3.304,59/kg**, con márgenes de utilidad que evolucionan del 30% al 55% en el periodo proyectado. Esto permite ofrecer precios de venta iniciales alrededor de **Bs 4.854,44/kg**, muy por debajo del precio promedio de mercado, estimado en **Bs 6.743,55/kg**, lo que posiciona al producto como una alternativa competitiva y rentable.

El financiamiento se cubrirá con **60% de aporte propio** y **40% mediante crédito bancario**. La deuda se amortizará a 10 años con una tasa de interés del 6% y una cuota anual fija de **Bs 151.795,47**.

- La evaluación económica del proyecto demuestra con claridad la **viabilidad financiera** de la iniciativa. A través del análisis del estado de flujo económico, se observa que los ingresos proyectados superan ampliamente los egresos anuales a lo largo de los 10 años de operación, lo que genera flujos de caja positivos y crecientes. Esto es una señal contundente de que el proyecto es rentable desde el punto de vista económico. El análisis del **punto de equilibrio** revela que la empresa comenzará a generar utilidades después de superar ventas por aproximadamente **Bs 817.139,21** en el primer año. Este umbral se mantiene por debajo de las ventas proyectadas anuales, lo cual significa que el negocio operará desde el inicio por encima del punto de equilibrio. En términos de volumen, se requiere vender entre **163 y 224 kilogramos** anuales para cubrir costos, cifra totalmente alcanzable dado el volumen de producción planificado.

Uno de los indicadores más relevantes, la **Tasa Interna de Retorno (TIR)**, se estima en **42%**, muy por encima de la tasa de descuento del mercado (12%), lo cual indica que el proyecto es altamente rentable y recomendable para su implementación. A esto se suma un **Valor Actual Neto (VAN)** de **Bs4.462.247,39**, lo cual representa una ganancia significativa en términos presentes, confirmando que la inversión inicial será ampliamente superada por los beneficios generados. En cuanto al **tiempo de recuperación de la inversión**, se estima en **4 años y 2 meses**, un período razonable y atractivo para inversores, dado que el proyecto continúa generando ganancias sostenidas durante el resto del horizonte de evaluación (10 años). Esta rápida recuperación del capital invertido refuerza la conveniencia financiera de llevar a cabo el proyecto. En conclusión, todos los indicadores económicos flujo de caja positivo, punto de equilibrio accesible, alta TIR, VAN positivo y corto plazo de retorno coinciden en validar que el proyecto es económicamente **viable, rentable y financieramente sustentable**. Por tanto, se recomienda su ejecución sin reservas.

## 6.2 Recomendaciones

- Es fundamental implementar un sistema eficiente de almacenamiento de la materia prima (cáscaras de naranja) que permita conservar sus propiedades físico-químicas intactas durante períodos de horas necesarios para garantizar la continuidad del proceso productivo. Se recomienda la implementación de cámaras de refrigeración con control de temperatura y humedad, así como un protocolo riguroso para la recepción y manipulación del insumo, con el fin de evitar su deterioro, fermentación o contaminación. Esto asegurará una materia prima de calidad constante, contribuyendo directamente a la estabilidad y alta calidad del aceite esencial producido.
- Para garantizar la inocuidad y calidad del aceite esencial, se debe establecer un riguroso programa de control sanitario que abarque tanto la higiene del personal operativo como las condiciones de asepsia durante todas las etapas de procesamiento. Esto incluye el uso de equipo de protección personal, capacitación en buenas prácticas de manufactura, y auditorías periódicas. Además, es vital mantener las condiciones de transporte del producto final bajo temperaturas controladas y embalajes adecuados que prevengan alteraciones físico-químicas y microbiológicas, asegurando que el aceite llegue al cliente en condiciones óptimas.
- Se recomienda que todo el personal involucrado en la operación y administración de la planta sea profesional y altamente capacitado en sus áreas respectivas, con especial énfasis en ingeniería química, procesos industriales, control de calidad y gestión empresarial. La inversión en formación continua, actualización tecnológica y desarrollo de habilidades permitirá una producción eficiente, un manejo óptimo de los recursos, y la implementación de mejoras constantes, lo que se traducirá en productos de alta calidad y mayor rentabilidad para la empresa.
- Para maximizar la aceptación y posicionamiento del aceite esencial de naranja en mercados internos y externos, se debe diseñar e implementar una estrategia integral de ventas y marketing. Esta estrategia debe incluir investigación de mercado continua, identificación de nichos de consumidores, desarrollo de marca, promoción en ferias comerciales, canales digitales y alianzas estratégicas con distribuidores y exportadores. Además, es recomendable planificar campañas educativas que resalten los beneficios y usos del producto, diferenciándolo frente

a productos importados, y aprovechar la ventaja competitiva del valor agregado regional y la sustentabilidad del proceso.

- Es vital establecer políticas de gestión enfocadas en la mejora continua de la eficiencia productiva y logística, buscando reducir costos sin comprometer la calidad del producto. Esto implica la implementación de metodologías de control de procesos, mantenimiento preventivo, uso racional de insumos energéticos, y optimización de la cadena de suministro. Definir metas claras de reducción de costos permitirá incrementar los márgenes de utilidad, mantener precios competitivos en el mercado y asegurar la sostenibilidad financiera del proyecto a largo plazo.
- Se recomienda desarrollar programas de asesoramiento técnico para los agricultores y proveedores de materia prima en la zona de producción. Esto incluye capacitaciones sobre prácticas agrícolas sostenibles, recolección adecuada de las cáscaras y manejo postcosecha para preservar la calidad del insumo. Fortalecer la colaboración con los productores garantizará un suministro constante y de alta calidad, beneficiando tanto a la planta procesadora como a la comunidad local, generando un impacto positivo socioeconómico y ambiental en la región.