

I. MARCO TEÓRICO

1.1. Teoría de la manzanilla

1.1.1. Descripción Botánica

La manzanilla es una planta perenne, nativa del sur de Europa que fue traída por los conquistadores españoles a nuestras tierras a poco tiempo de su llegada, su producción y consumo se difundió en poco tiempo, fue aceptada a nivel popular y su uso se generalizó rápidamente. (HUACHI,1999).

La manzanilla es una especie de origen europeo conocida "en el estudio de las aromáticas" como *Matricaria chamomilla*.

Se trata de una planta herbácea, anual, aromática, muy ramificada, de porte erguido, que alcanza una altura variable entre 30 y 60 cm. Las hojas son sésiles, alternas; los capítulos florales sostenidos por largos pedúnculos son pequeños, con receptáculo cónico y hueco. Las flores centrales son hermafroditas, amarillas, tubulosas. El fruto es un aquenio muy pequeño, verdoso-amarillento. Las inflorescencias tienen un olor específico, agradable y un sabor amargo. (Cameroni, 2010).

Las flores periféricas son femeninas, liguladas, con lígula blanca, mientras que las centrales son hermafroditas, amarillas y tubulares. El fruto es un aquenio muy pequeño, de color verde amarillento. (Mónica S. Rubio, 2020).

1.1.2. Clasificación botánica

Nombre científico: *Matricaria Chamomilla* L.; *Matricaria recutita* L.;
Chamomilla Recutita L.

Nombre común: Manzanilla, Manzanilla común

Familia: Astereceae

Género: Compositae

1.1.3. Composición Química

La composición de la manzanilla es muy compleja, su estudio indica que el más importante de sus productos es su esencia que se saca de sus cabezuelas y se obtiene

por destilación, otros componentes importantes son los taninos, los flavonoides, la vitamina C y las sales minerales.

- **Aceites Esenciales:** en el aceite esencial de la manzanilla se han caracterizado por lo menos 40 componentes que representan el 92% del total del aceite esencial este aceite contiene hasta un 50% de alfa-bisabolol (0.1–44.2%) y sus derivados como como bisabolóxidos A (3.1-56.0%), B (3.9-27.2%) y C y bisabonolóxido A (0.5-24.8%), azulenos, como camazuleno (0.7-15.3%).

El bisabolol es una sustancia extraída de la planta con propiedades antiinflamatorias, de igual manera, el camazuleno es un profeno natural con propiedades antiinflamatorias. (Medizzine, 2022).

- **Vitaminas:** la manzanilla únicamente contiene vitamina C, la concentración de esta es muy poca, en las plantas que se encuentran florecidas la concentración alcanza porcentajes del 0.8%. (Órganos de Palencia, 2021).

- **Sales minerales:** las sales minerales alcanzan una concentración del 8% dentro de la planta. Entre las sales que más se destacan principalmente son el fósforo y el calcio. (Órganos de Palencia, 2021).

1.1.4. Usos y Propiedades

A continuación, se presentan los principales usos que se le da a la manzanilla a nivel tradicional e industrial. (Cameroni, 2010).

Uso tradicional:

- Trastornos digestivos: dolor de estómago, indigestión, cólicos, diarreas.
- Afecciones a las vías urinarias.
- Dolores menstruales.
- Heridas superficiales.
- Contusiones.
- Picaduras de insectos.
- Irritaciones e infecciones.
- Ojos irritados.

Usos industriales:

- Preparación de infusiones.
- Preparación de licores y bebidas especiales.
- Para fabricar tinturas para el cabello y champús.
- En perfumería.
- Industria farmacéutica.
- En preparación de dentífricos y cremas.

1.2. Teoría del secado

El secado es una operación que se basa en minimizar el contenido de humedad de cualquier producto. Esta operación conlleva a que el producto tenga una diferente humedad inicial y final. (Rojas M. 2014).

En la industria, el secado se puede realizar por transferencia de calor por convección, conducción, radiación o una combinación de estos (Perry, 1992).

El proceso de secado de un material depende de:

- La estructura del producto por secar y de los parámetros de secado, tales como la temperatura, la velocidad y la humedad relativa del aire.
- El contenido de agua del producto por secar.
- Las dimensiones del producto por secar.
- La superficie expuesta a la velocidad de transferencia.

Como existe transferencia de masa y calor, el mecanismo del secado depende de la naturaleza del material a secar y el método de contacto entre el sólido y el fluido de secado.

El secado es el paso más importante para lograr un producto de óptima calidad, ya que de este depende que el producto esté en condiciones de comercializarse, consumirse y conservarse por periodos prolongados.

El secado debe hacerse en condiciones especiales ya que la humedad, el sol directo y el polvo pueden deteriorar el material y destruir sus propiedades medicinales. La experiencia demuestra que el secado puede hacerse a cuatro niveles dependiendo del

volumen, las condiciones y recursos disponibles: casero, familiar, micro industrial e industrial. (Martínez, 2000).

1.2.1. Importancia del secado

El secado de alimentos y plantas aromáticas y medicinales es importante en la industria ya que:

- Prolonga la vida útil de los alimentos.
- Facilita el manejo posterior del producto.
- Reduce el costo de embarque.
- Preserva los productos durante el almacenamiento y transporte.
- Aumenta el valor o la utilidad de productos residuales.
- Al secar alimentos se crea una capa exterior dura que ayuda a evitar la penetración de bacterias y microorganismos que deterioran los alimentos.
- Mantiene las propiedades nutricionales de los alimentos. (Villenas, 2019)

1.2.2. Tipos de Secado

1.2.2.1. Secado Natural

El secado natural al aire libre o al sol, y también a la sombra, este método consiste en exponer la manzanilla a la acción de los factores climáticos, estos factores son la temperatura, la humedad y el movimiento del aire de la atmósfera.

Cuando el secado es al sol, la desventaja es que se tiene la pérdida de componentes o propiedades del producto y sufrir alteraciones en el sabor, color y olor.

Para este tipo de secado, no se utilizan equipos, el producto se seca por la acción del viento que circula en ese momento, por lo que este tipo de secado dependerá de las condiciones atmosféricas, por lo que se torna en un tipo de secado difícil de controlar. (Rojas M. 2014).

1.2.2.2. Secado Artificial

El secado artificial se realiza en secadores de conducción de aire caliente forzado o invernaderos, a baja humedad relativa. Esta técnica es la más utilizada en los países de

clima húmedo y lluvioso. En función de la sensibilidad de los componentes que las plantas poseen, se determina la temperatura óptima del aire de secado. (Larrasoña I. 2010).

El secado artificial ayuda al control de temperaturas de secado; a pesar de tener mayor costo que un sistema de secado natural, permite la obtención de productos de iguales características de buena calidad.

1.2.3. Clasificación de Secadores

En la clasificación de secadores algunos son continuos y otros operan de manera discontinua o por cargas, en algunos secadores los sólidos se mantienen en agitación y en otros no.

Los equipos de secado se clasifican en:

- **Secadores directos o adiabáticos:** En este tipo de secadores, el sólido se encuentra directamente expuesto a un gas caliente. Generalmente aire.
En los secadores convectivos, el aire caliente es impulsado a través del secador por medio de ventiladores. La mayoría de los secadores son calentados con vapor evitando así el contacto del producto que se está secando con los productos procedentes de la combustión.
Las fuentes de energía utilizada para calentar el aire son muy variadas, el gas natural ofrece mayor flexibilidad y una respuesta más rápida a menor coste y también permite trabajar a temperaturas altas, la combustión directa de aceite se utiliza en ocasiones en procesos industriales, pero no es aplicable al secado de alimentos debido al riesgo de contaminación, el calentamiento eléctrico por su parte rara vez se usa para la generación de aire caliente debido a su baja eficiencia y elevado coste.
- **Secadores indirectos o no adiabáticos:** En estos secadores el calor es transferido al sólido desde un medio externo, tal como vapor de agua condensante, generalmente a través de una superficie metálica, con la que el sólido está en contacto.

El transporte de calor por conducción es más apropiado para productos finos o sólidos muy húmedos. El calor de evaporación se proporciona a través de superficies calentadas en reposo o en movimiento que se colocan directamente en contacto con el material a secar. El calentamiento de esta superficie se realiza normalmente mediante vapor.

- Secadores que son calentados por energía dieléctrica, radiante o de microondas.

En algunas ocasiones se tiene más de un medio de transferencia de calor, como gas caliente más radiación o gas caliente más una superficie calentada. (Warren L. McCabe, 2007).

1.2.4. Tipos de secadores

Los secadores directos o por convección son sencillos y de fácil manejo, a continuación, se describen algunos tipos de secadores que se utilizan en el proceso de secado.

1.2.3.1. Secadores de horno o estufa

Este tipo de secador consiste en una construcción de dos secciones con un piso con ranuras que separen la sección de secado con la sección de calefacción, el aire se calienta en un quemador del piso inferior y atraviesa por convección natural o forzada el segundo piso perforando el asiento del producto a secar.

Figura I.1 Secador de Horno



Fuente: Ciencia de los materiales

1.2.3.2. Secadores de Bandeja

Están formados por una cámara metálica rectangular que contiene unos soportes móviles sobre los que apoyan los bastidores. Cada bastidor lleva un cierto número de bandejas poco profundas, montadas sobre otras con una separación conveniente que se cargan con el material a secar.

El secado de este equipo puede ser:

- Horizontal, el aire circula paralelamente al lecho a secar.
- De flujo transversal, el aire circula perpendicularmente al lecho a secar.

En ellos se puede secar cualquier material, pero por causa de la mano de obra requerida para la carga y descarga, su operación resulta costosa para su baja capacidad de producción.

Figura I.2 Secador de Bandejas



Fuente: Ciencia de los materiales

1.2.3.3. Secadores de Túnel

Son semejantes a los secadores de bandejas, pero de funcionamiento semicontinuo, para lo cual las bandejas que contienen el producto a secar se cargan sobre carretillas que se trasladan a lo largo del túnel de secado.

Este tipo de secadores se caracterizan por tener arriba de 24 metros de largo y una sección rectangular de casi 2 metros * 2 metros.

Figura I.3 Secador de Túnel



Fuente: Eco-Dryer – Turatti

1.2.3.4. Secadores con Cinta Transportadora

El principio de un secador con cinta transportadora es similar al del secador tipo túnel. Excepto que estos tipos de secadores permiten que el producto a ser secado sea conducido por cintas transportadoras. Se caracterizan por ser sistemas continuos. Las cintas que poseen son fabricadas en materiales de malla de metal o plástico. La velocidad de estas cintas puede ser por el tiempo de secado.

Figura I.4 Secador con ccita Transportadora



Fuente: Dryer for Stocking and Tights – Stalam S.p.A

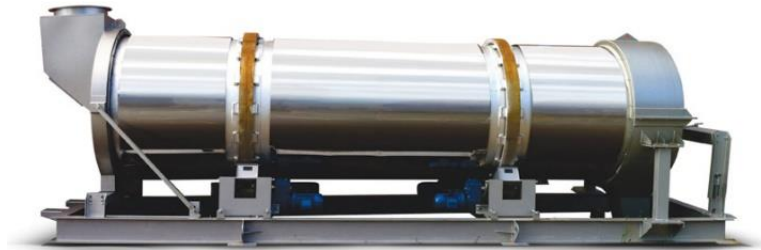
1.2.3.5. Secadores rotatorios

Los secadores giratorios están formados por un cilindro o tambor metálico que gira y que tiene una ligera inclinación para facilitar la descarga del secador del material.

El material se seca gracias a una corriente de aire caliente, producido por un horno de combustión. La corriente de aire caliente atraviesa el material húmedo, fluyendo a lo

largo del secador rotatorio. El aire puede fluir paralelamente o a contracorriente respecto a la dirección del movimiento del producto.

Figura I.5 Secador Rotatorio



Fuente: Cowdin S.A

1.2.4. Cinética del Secado

La cinética de secado de un material relaciona la variación del contenido de agua del material y de la intensidad de evaporación con el tiempo. Los factores que influyen sobre la cinética son; la humedad del aire de secado, el contenido de agua del producto por secar, así también las dimensiones y diseño del equipo de secado. (Velasquez, 2007).

La cinética del secado describe la cantidad de humedad evaporada, el tiempo, el consumo de energía, etc. Sin embargo, el cambio de humedad depende de la transferencia de calor y de masa entre la superficie del cuerpo, el ambiente y el interior del material a secar.

1.2.4.1. Periodo de secado

Es necesario realizar ensayos de velocidad de secado del material, a intervalos regulares se determina por pesada la humedad del cuerpo, de los datos humedad tiempo se deduce la curva de velocidad de secado.

Se define la velocidad de secado por pérdida de humedad del sólido húmedo en un día de tiempo $(-dX/dt)$ a condiciones constantes.

$$R = \frac{M_{sc}}{A} \left(\frac{dx}{dt} \right) \quad 1.1$$

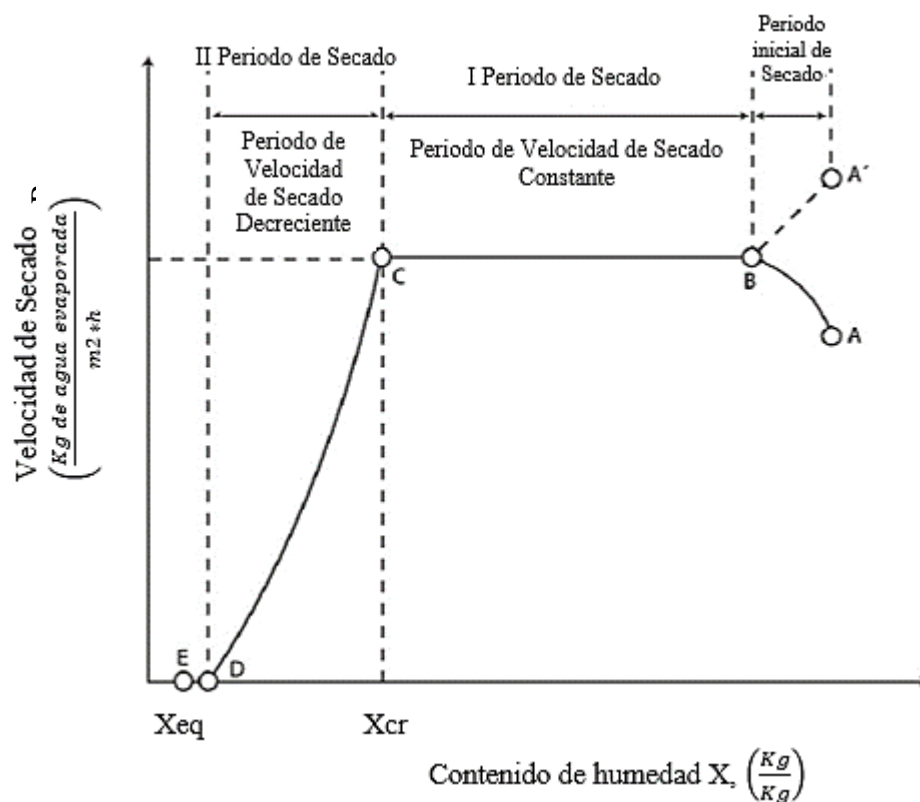
$$R = \text{Velocidad de secado} \left(\frac{\text{Kg de agua evaporada}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \right)$$

A = área de la superficie expuesta (m^2)

M_{sc} = masa del sólido seco (Kg).

El proceso de secado se divide en tres fases: fase inicial de precalentamiento, fase de velocidad de secado constante y una fase de velocidad de secado decreciente.

Figura I.6 Curva de Velocidad de Secado



Fuente: Warren L. McCabe, 2007

Etapa A-B: se trata de una etapa de calentamiento inicial del sólido normalmente de poca duración en la cual la evaporación no es significativa.

Etapa B-C: se trata del primer periodo de secado o periodo de velocidad de secado constante, donde se evapora la humedad libre o no ligada del material y predominan las condiciones externas.

Etapa C-D: es el segundo periodo de secado o periodo de velocidad de secado decreciente, aquí se evapora la humedad ligada del material y predominan las condiciones internas.

Etapa D-E: en esta etapa la evaporación ocurre desde el interior del sólido y ocurre hasta que no existe secado adicional.

1.2.4.2. Tiempo de Secado

El tiempo de secado depende del material a secar, esto define las características que tendrá la curva de secado. El tiempo de secado debe ser determinado por separado, en el periodo de velocidad constante y en el periodo de velocidad decreciente.

Las curvas de velocidad de secado para un conjunto de condiciones con frecuencia se modifican para otras condiciones y, por lo tanto, se puede calcular el tiempo de secado a partir de la curva de velocidad de secado. (Warren L. McCabe, 2007)

$$R = -\frac{dm_v}{A dt} = -\frac{M_s}{A} \left(\frac{dx}{dt} \right) \quad 1.2$$

- Periodo de Secado Constante

Al integrar la ecuación entre X_1 Y X_2 , los contenidos inicial y final de humedad libre, respectivamente, resulta:

$$t_T = \frac{M_s}{A} \int_{x_2}^{x_1} \frac{dx}{R} \quad 1.3$$

Donde t_T es el tiempo total del secado.

La anterior ecuación se puede integrar numéricamente a partir de la curva de velocidad de secado, o bien de forma analítica si se dispone de ecuaciones de R en función de X . Para el periodo de velocidad constante $R = R_c$ y el tiempo de secado es simplemente.

$$t_c = \frac{M_s}{AR_c} (x_1 - x_{cr}) \quad 1.4$$

Se sustituye X_2 por X_{cr} , ya que en el periodo constante de secado X_{cr} es el contenido de humedad al final del primer periodo.

- Periodo de Secado Decreciente

En el periodo de velocidad decreciente, la curva de velocidad de secado puede ser convexa hacia arriba, lo que significa que la velocidad de secado cae menos rápidamente que el contenido de humedad del sólido. Como aproximación, se puede asumir que la velocidad de secado es proporcional al contenido de humedad. Entonces,

$$W = Ax \quad 1.5$$

De la ecuación (1.2)

$$aX = -\frac{M_s}{A} \left(\frac{dx}{dt} \right) \quad 1.6$$

Integrando entre X_c y X_2 , los contenidos de humedad libre crítico y final se obtiene:

$$\ln \left(\frac{x_c}{x_2} \right) = \frac{aA}{M_s} (t_T - t_C) \quad 1.7$$

Dado que $a = R_c / X_c$,

$$(t_T - t_C) = \frac{M_s x_c}{AR_c} \ln \left(\frac{x_c}{x_2} \right) \quad 1.8$$

$$t_T = \frac{M_s}{AR_c} * \left(x_1 - x_c + x_c \ln \frac{x_c}{x_2} \right) \quad 1.9$$

Se puede usar la ecuación (1.9) para estimar el tiempo de secado bajo condiciones diferentes. Si la curva de secado muestra una pronunciada caída en la velocidad durante el periodo descendente, la ecuación no es aplicable y los efectos de los parámetros de secado cambiantes no se pueden predecir fácilmente. (Warren L. McCabe, 2007)

1.2.4.3. Curva de secado

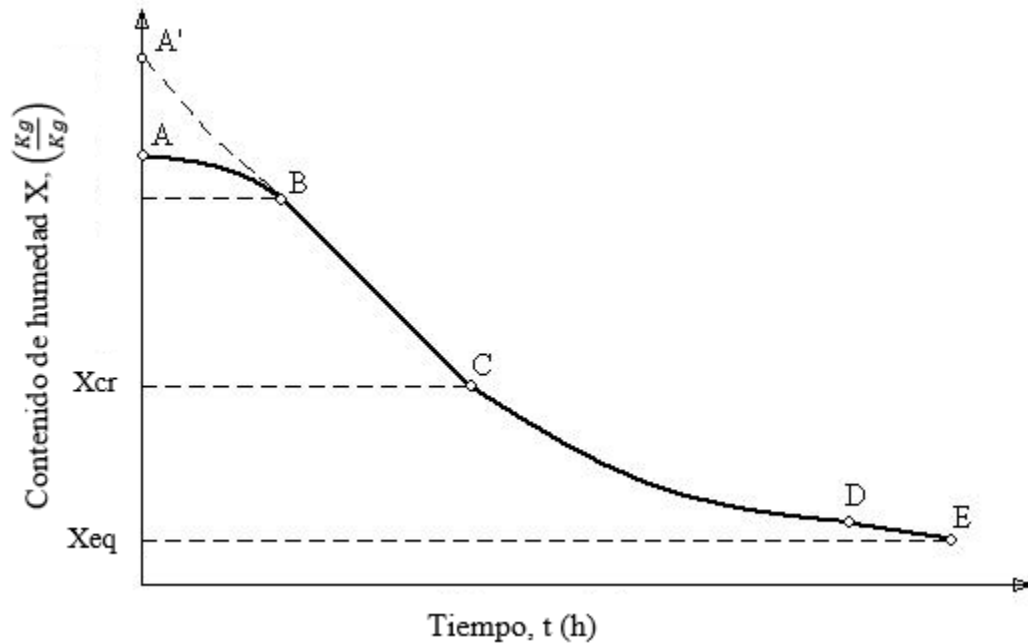
Las curvas de secado son obtenidas bajo condiciones de laboratorio donde se mide el cambio de masa y temperatura con el tiempo a base de muestreo. Un proceso de secado es generalmente descrito por diagramas construidos con las siguientes coordenadas.

- Contenido de humedad del material contra tiempo de secado (curva de secado).
- Velocidad de secado contra contenido de humedad del material (curva de velocidad del secado).

- Velocidad de secado contra tiempo de secado (curva de velocidad de secado).
- Temperatura del material contra contenido de humedad (curva de temperatura).

La curva de secado muestra el contenido de humedad a través del tiempo en el proceso de secado.

Figura I.7 Curva de Secado



Fuente: Warren L. McCabe, 2007

En el período inicial de secado, el cambio de humedad en el material está ilustrado en la curva A-B.

Recta B-C: al terminar el primer período el secado toma una forma lineal del tipo $X=f(t)$, En este periodo la velocidad de secado es constante.

El secado se mantiene igual por un periodo de tiempo hasta que llega a un punto crítico (punto C) donde la línea recta tiende a curvarse y a formar una asíntota con el contenido de humedad X_{eq} , esto quiere decir que el punto E jamás es tocado.

1.2.5. Contenido de Humedad

Los principales métodos para medir el contenido de humedad son:

- **Métodos indirectos:** se caracterizan por ser un método rápido, que requiere de equipos muy especializados.
- **Métodos directos:** consiste en medir la masa del producto y la masa seca que es el resultado de eliminar agua del producto a través del secado.

Puede expresarse en base húmeda o en base seca.

Humedad Base Húmeda: El contenido de humedad en humedad está definido por el peso del agua presente en el producto, por unidad de peso del material sin secar.

$$X_{bh} = \frac{MH_2O}{M_o} = \frac{M_o - M_s}{M_o} \quad 1.10$$

Donde:

X_{bh} = Humedad en base humedad (Kg agua/Kg producto húmedo).

M_o = Masa inicial de materia sin secar (Kg).

M_{H_2O} = Cantidad de agua en el producto húmedo (Kg).

M_s = Peso de materia seca en el producto (Kg).

Humedad Base Seca: En base seca el contenido de humedad es el peso del agua presente en el producto por unidad de peso del material seco. (Rojas M. 2014).

$$X_{bs} = \frac{MH_2O}{M_s} = \frac{M_o - M_s}{M_s} \quad 1.11$$

X_{bs} = Humedad en base seca (Kg agua/Kg producto seco).

Humedad de equilibrio (X_{eq}): Este es el mínimo contenido de humedad en el cual el material puede teóricamente ser secado.

Contenido crítico de humedad (X_{cr}): Es la humedad cuando ocurre un cambio en las condiciones de secado, la cual pasa del secado a velocidad constante al secado con velocidad decreciente.

Humedad libre (X_L): Es la diferencia entre la humedad del sólido y la humedad de equilibrio con el aire a condiciones dadas. En otras palabras, es la humedad del sólido que está en exceso con relación a la humedad de equilibrio.

Entonces:

$$X_L = X_T - X_{eq} \quad 1.12$$

X_T : Contenido total de humedad

1.2.6. Estática del Secado

La estática de secado evalúa el proceso de secado a través de balances de masa y energía en determinados instantes sin considerar la velocidad del proceso. Ayuda a determinar si existen pérdidas y estimarlas, para que en consecuencia se tomen las decisiones correspondientes. (Velasquez, 2007).

1.3. Técnicas de Proyección del Mercado

Las técnicas de proyección permiten proyectar el comportamiento de cualquier variable en el estudio del mercado, siendo una de las principales variables la demanda.

Cada una de las técnicas de proyección tiene una aplicación de carácter especial que hace su selección un problema de decisión influido por diversos factores, como, la validez y disponibilidad de los datos históricos, la precisión deseada del pronóstico, el costo del procedimiento, los beneficios del resultado, los periodos futuros que se desea pronosticar y el tiempo disponible para hacer el estudio, entre otros. Del mismo modo, es igual de importante la etapa del ciclo de vida en la se encuentra el producto cuyo comportamiento se desea pronosticar. (Sapag C. N. Sapag C. R, 1991).

1.3.1. Métodos de Proyección

La elección del método correcto depende principalmente de la cantidad y calidad de antecedentes que se tenga, así como los resultados esperados. La efectividad del método elegido se evaluará en función de su precisión, sensibilidad y objetividad.

Una manera de clasificar las técnicas de proyección consiste en hacerlo en función de su carácter: métodos de carácter cualitativo, modelos causales y modelos de series de tiempo. (Sapag C. N. Sapag C. R, 1991).

1.3.1.1. Métodos Cualitativos

También denominados subjetivos se basan principalmente en opiniones de expertos. Su uso es frecuente cuando el tiempo para elaborar el pronóstico es escaso, cuando no se dispone de todos los antecedentes mínimos necesarios. (Sapag C. N. Sapag C. R, 1991).

1.3.1.1.1 Método de Investigación basado en la etnografía

La etnografía es el estudio del comportamiento de las personas o grupos de personas durante un cierto periodo, utilizando como principal herramienta la observación de los participantes para conocer su comportamiento social. El objetivo de la investigación etnográfica es poder descubrir y revelar los significados que determinan las acciones de un determinado grupo de personas, observando e interpretando las decisiones, acciones y comportamientos de este. (Sapag C. N. Sapag C. R, 1991).

1.3.1.2. Modelos Causales

Los métodos causales intentan proyectar el mercado sobre la base de antecedentes cuantitativos históricos. Para ello suponen que los factores condicionantes del comportamiento histórico de alguna o todas las variables del mercado permanecen estables. (Sapag C. N. Sapag C. R, 1991).

1.3.1.2.1. Modelo de Regresión

Existen dos modelos de regresión: el modelo de regresión simple (dos variables) y el modelo de regresión múltiple. El primero indica que la variable dependiente se predice sobre la base de una variable independiente, mientras que el segundo indica que la medición se basa en dos o más variables independientes. (Sapag Chain, Sapag Chain, & Sapag Puelma, 2007)

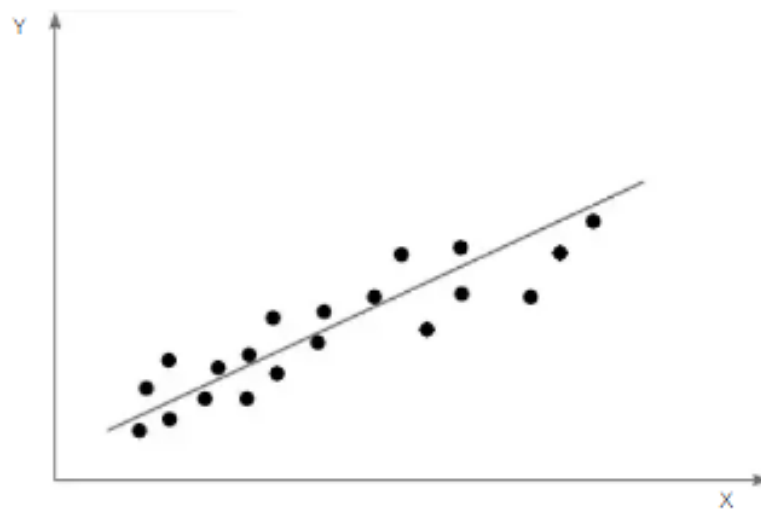
Gráficamente, se representa la variable independiente, x , en relación con el eje horizontal y el valor de la variable dependiente, y , en relación con el eje vertical. De estas variables se deriva un diagrama de dispersión que indica la relación entre ambas.

Se determina la ecuación que mejor se ajuste a la relación entre las variables observadas. Para ello se utiliza el método de los mínimos cuadrados. En forma gráfica, el diagrama de dispersión y la **línea de tendencia** pueden representarse como lo muestra la figura (x).

Matemáticamente, la forma de la ecuación de regresión lineal es:

$$y(x) = a + bx \quad 1.13$$

Figura I.6 Diagrama de dispersión y de la línea de tendencia.



Fuente: (Sapag C. N. Sapag C. R, 1991)

Donde:

$y(x)$ es el valor estimado de la variable dependiente, x es la variable independiente, a es el punto de intersección de la línea de regresión con el eje y , b es la pendiente de la línea de regresión.

El criterio de los mínimos cuadrados permite que la línea de regresión de mejor ajuste minimice la suma de las desviaciones cuadráticas entre los valores reales y los estimados de la variable dependiente para la información muestral.

$$b = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad 1.14$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad 1.15$$

Donde \bar{x} y \bar{y} son las medias de las variables y n es el número de observaciones. Alternativamente, b puede calcularse utilizando:

$$b = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sum(x-\bar{x})^2} \quad 1.16$$

Al ser el modelo de regresión un método estadístico, es posible determinar el nivel de precisión y confiabilidad de los resultados de la regresión.

1.4. Tamaño

El tamaño del proyecto se refiere a la capacidad de producción en un periodo de referencia. Técnicamente, la capacidad es el máximo de unidades (bienes o servicios) que se puede producir en una instalación por unidad de tiempo. El análisis del tamaño de un proyecto tiene por objeto dimensionar conjuntamente la capacidad efectiva de producción y su nivel de utilización, tanto para la puesta en marcha como en su evolución durante la vida útil del proyecto (Oregón, Pacheco, Roura-2005).

1.4.1. Variables determinantes del tamaño

Los factores que más influencia tienen en el tamaño de un proyecto son las siguientes:

- Dimensión del mercado.
- Tecnología del proceso productivo.
- Disponibilidad de insumos.
- Localización.
- Financiamiento del proyecto.
- Economías de Escala.

La identificación de las variables pertinentes se hace principalmente necesaria, ya que no todos los factores tienen el mismo grado de influencia en la determinación del tamaño.

Los factores definidos como pertinentes deben estudiarse con el objeto de determinar las restricciones que limitan tanto el tamaño mínimo del proyecto como el máximo. En algunos casos pueden existir restricciones al tamaño que lo hagan no factible en relación con otras variables. (Sapag C. N. Sapag C. R, 1991).

1.4.2. Capacidad Diseñada (Nominal)

Corresponde al nivel máximo posible de producción cuando se emplea los recursos al 100%.

Es la capacidad de producción que puede llegar a tener la maquinaria, ya que, al momento de su fabricación, esta fue diseñada para llegar a operar a ese nivel máximo de producción.

$$Utilización (\%) = \frac{Producción Real}{Capacidad Diseñada} \times 100\% \quad 1.21$$

Despejando:

$$Capacidad Diseñada = \frac{Producción Real}{Utilización (\%)} \times 100\% \quad 1.22$$

1.4.3. Capacidad Instalada

Corresponde a la cantidad máxima disponible en condiciones normales.

$$Eficiencia (\%) = \frac{Producción Real}{Capacidad instalada} \times 100\% \quad 1.23$$

Despejando:

$$Capacidad instalada = \frac{Producción Real}{Eficiencia (\%)} \times 100\% \quad 1.24$$

1.4.4. Capacidad Utilizada

Es la fracción de la capacidad instalada que se está empleando, se puede utilizar la fórmula (1.21).

1.5. Localización

El estudio de localización tiene como propósito seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto, es decir, aquella que frente a otras alternativas posibles produzca el mayor nivel de beneficio para los usuarios y para la comunidad, con el menor costo social, de acuerdo con factores determinantes o condicionantes (Oregón, Pacheco, Roura-2005).

1.5.1. Factores de localización

Son elementos que influyen en el análisis de localización, actúan como parámetros orientadores, determinantes o restrictivos de la decisión.

Los factores más importantes son los siguientes:

- Localización de materias primas e insumos.
- Medios y costos del transporte.
- Disponibilidad y costo de mano de obra.
- Factores ambientales.
- Cercanía del mercado.
- Costo y disponibilidad de terrenos.
- Topografía de suelos.
- Estructura impositiva y legal.
- Disponibilidad de agua, energía y otros suministros.
- Comunicaciones.
- Posibilidad de desprenderse de desechos.

1.5.2. Macro localización

Consiste en la decisión de la zona general en donde se instalará la empresa o negocio.

- Ubicación de los consumidores o usuarios.
- Localización de la Materia Prima y demás insumos.
- Vías de comunicación y medios de transporte.
- Infraestructura de servicios públicos.
- Políticas, planes o programas de desarrollo.
- Normas y Regulaciones Específicas.
- Tendencias de desarrollo de la región.
- Condiciones climáticas, ambientales, suelos.
- Interés de fuerzas sociales y comunitarias.

1.5.3. Micro localización

Es la determinación del punto preciso donde se construirá la empresa dentro de la región, y en esta se hará la distribución de las instalaciones en el terreno elegido. (Jerouchalmi 2003).

- Transporte del personal, policía y bomberos.
- Costo de los terrenos.
- Cercanía a carreteras y al aeropuerto.
- Disponibilidad de vías férreas.
- Cercanía al centro de la ciudad.
- Disponibilidad de servicios.
- Condiciones de las vías urbanas y de las carreteras.
- Características topográficas del sitio, condiciones del suelo en el sitio.

1.5.4. Métodos de Evaluación

1.5.4.1. Métodos de evaluación por factores no cuantificables

Las principales técnicas para ubicar la planta consideran solo factores cualitativos no cuantificados, que tienen mayor validez en la selección de la macrozona, los métodos que se destacan son:

- **Antecedentes industriales:** supone que, si en una zona se instala una planta de industria similar, esta será adecuada para el proyecto.
- **Factor preferencial:** Basa la selección en la preferencia personal de quien debe decidir.
- **Factor dominante:** No otorga alternativas a la localización.

2.5.4.2. Método cualitativo por puntos

Este método consiste en definir los principales factores determinantes de una localización para asignarles valores ponderados de peso relativo, de acuerdo con la importancia que se le atribuye.

Se debe asignar valores ponderados de peso relativo, sobre la base de una suma igual a 1, dependiendo del criterio y experiencia del proyectista.

Se debe comparar dos o más localizaciones opcionales, se procede a asignar una calificación a cada factor en una localización de acuerdo con una escala predeterminada de 1 a 10.

Cuadro I.1. Ejemplo Método Cualitativo por Puntos

Factor	Peso	Zona A		Zona B		Zona C	
		C	P	C	P	C	P
MP disponible	P ₁	X ₁	P ₁ x X ₁	Y ₁	P ₁ x Y ₁	Z ₁	P ₁ x Z ₁
Costo insumos	P ₂	X ₂	P ₂ x X ₂	Y ₂	P ₂ x Y ₂	Z ₂	P ₂ x Z ₂
Cercanía al mercado	P ₃	X ₃	P ₃ x X ₃	Y ₃	P ₃ x Y ₃	Z ₃	P ₃ x Z ₃
MO disponible	P ₄	X ₄	P ₄ x X ₄	Y ₄	P ₄ x Y ₄	Z ₄	P ₄ x Z ₄
Topografía y tipo de suelos	P ₅	X ₅	P ₅ x X ₅	Y ₅	P ₅ x Y ₅	Z ₅	P ₅ x Z ₅
TOTAL	1,00		$\Sigma (P_i \times X_i)$		$\Sigma (P_i \times Y_i)$		$\Sigma (P_i \times Z_i)$

Fuente: Elaboración propia, 2021

1.6. Estudio de Ingeniería

1.6.1. Proceso de producción

El proceso de producción se refiere a la forma en que una serie de insumos se transforman en productos mediante la participación de una determinada tecnología (combinación de mano de obra, maquinaria, métodos y procedimientos de operación, etcétera).

Los distintos tipos de procesos productivos pueden clasificarse en función de su flujo productivo o del tipo de producto. (Sapag C. N, Sapag C. R. 2003).

1.6.1.1. Según el flujo productivo

- **En serie:** el proceso de producción es en serie cuando ciertos productos, cuyo diseño básico es relativamente estable en el tiempo y que están destinados a un gran mercado.

- **Por pedido:** la producción sigue secuencias diferentes, que hacen necesarias su flexibilización, a través de mano de obra y equipos suficientemente dúctiles para adaptarse a las características del pedido.

1.6.1.2. Según el tipo de producto

Según el tipo de producto, el proceso se clasificará en función de los bienes o servicios que se van a producir. (Sapag C. N, Sapag C. R. 2003).

1.6.2. Diagramas de flujo

El Flujograma o Diagrama de Flujo, es una gráfica que representa el flujo o la secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución. (Chiavenato Idalberto, 1.993).

1.6.2.1. Tipos de flujogramas

Existen tres tipos de flujogramas o diagramas de flujo. (Chiavenato Idalberto, 1.993).

- a. Diagrama de Flujo Vertical:** Es un gráfico en donde existen columnas verticales y líneas horizontales. En las columnas verticales están los símbolos convencionales de (Operación, Transporte, Control, Espera y Archivo), los funcionarios involucrados en la rutina, el espacio recorrido para la ejecución y el tiempo invertido.
- b. Diagrama de flujo horizontal:** Es diferente al anterior, en este el flujo o la secuencia de las operaciones lo hace de manera horizontal; utiliza los mismos símbolos y convenciones que el vertical. Es muy usado cuando una rutina involucra varios organismos o personas, ya que permite visualizar la parte que corresponde a cada uno y comparar la distribución de las tareas para una posible racionalización o redistribución del trabajo.
- c. Diagrama de flujo de bloques:** Es un diagrama de flujo que representa la rutina a través de una secuencia de bloques, cada cual con su significado y encadenados entre sí. Utiliza una simbología mucho más rica y variada que los

diagramas anteriores, y no se restringe a líneas y columnas preestablecidas en el gráfico.

1.6.3. Cursograma Analítico

Un cursograma es una representación gráfica, con la que se logra de forma sistemática y secuencial, documentar las actividades que realiza una o más personas al trabajar en manufactura o con clientes, permitiendo así analizar las labores para detectar errores o mejoras (Betancourt, D. F. 2016).

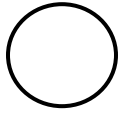
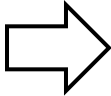
El cursograma analítico se puede basar en tres opciones:



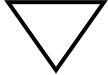
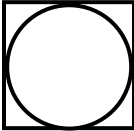
- **Cursograma de operario:** Se registra todo lo que lleva a cabo el trabajador.
- **Cursograma de material:** Se registran todas las acciones que se le hacen al material.
- **Cursograma de equipo:** Se registra todo el trabajo que se realiza desde la óptica del equipo.

1.6.3.1. Simbología del cursograma

El cursograma analítico es un diagrama que aborda un proceso de modo más detallado que el diagrama sinóptico, ya que en él se encuentran incluidas e ilustradas las cinco actividades fundamentales:

Cuadro I.2. Simbología del Cursograma

Símbolo	Descripción
	<p>Operación: La operación sucede cuando se cambia algunas de las características físicas o químicas de un objeto, cuando se ensambla o se desmonta de otro objeto o cuando se arregla o prepara para otra operación, transportación, inspección o almacenaje.</p>
	<p>Transporte: el transporte se presenta cuando se mueve un objeto de un lugar a otro, excepto cuando tal movimiento es parte de la operación o es provocado por el operador de la estación de trabajo durante la operación o la inspección.</p>

	Inspección: la inspección sucede cuando se examina un objeto para identificarlo o para verificar la calidad o cantidad de cualquiera de sus características.
	Demora: Un objeto tiene demora o esta rezagado cuando las condiciones, con excepción de las que de manera intencional se modifican las características físicas o químicas de este, no permiten o requieren que se realice de inmediato el siguiente paso según el plan.
	Almacenaje: El almacenaje se da cuando un objeto se mantiene protegido contra la movilización no autorizada.
	Actividad combinada: Siempre que se necesite ilustrar las actividades realizadas, ya sea concurrentemente o por el mismo operador en la misma estación de trabajo, los símbolos para esas actividades se combinan.

Fuente: Betancourt, D. F. 2016.

1.6.4. Distribución en planta

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales y comerciales. Esta ordenación incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores y todas las actividades (Ricard Muther).

1.6.4.1. Tipos de distribución

Fundamentalmente existen siete tipos de distribución:

- **Movimiento de material:** el material se mueve de un lugar de trabajo a otro, de una operación a la siguiente.
- **Movimiento del hombre:** los operarios se mueven de un lugar de trabajo al siguiente, llevando a cabo las operaciones necesarias sobre cada pieza de material
- **Movimiento de la maquinaria:** el trabajador mueve diversas herramientas o maquina dentro de un área de trabajo para actuar sobre una pieza grande.
- **Movimiento de material y de hombre:** el trabajador se mueve con el material llevando a cabo una cierta operación en cada máquina o lugar de trabajo.

- **Movimiento de material y de maquinaria:** los materiales y la maquinaria van hacia los hombres que llevan a cabo la operación.
- **Movimiento de hombres y de maquinaria:** los trabajadores se mueven con las herramientas y equipo, generalmente alrededor de una gran pieza fija.

2.6.5. Balance de materia

Un balance de masa o de materiales es una secuencia de cálculos que permite llevar la cuenta de todas las sustancias que intervienen en un proceso de transformación, satisfaciendo la ley de la conservación de la masa, la cual establece que la materia se transforma, pero no se crea ni se destruye (García, 2015).

Las sustancias pueden entrar, salir, producirse, acumularse o consumirse durante el proceso. Se entiende por proceso cualquier conjunto de operaciones que produce una transformación física o química en una sustancia o en un grupo de sustancias.

Al hacer el conteo del material que participa en un proceso deben considerarse las entradas y las salidas que atraviesan las fronteras del sistema, las reacciones químicas que suceden en ellas debido al consumo y producción de material y la cantidad de éste que se acumula. Por ello, el balance de materiales responde a esta ecuación:

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{Material} \\ \text{acumulado} \\ \text{dentro del} \\ \text{sistema.} \end{array}} - \boxed{\begin{array}{c} \text{Material} \\ \text{que } \mathbf{entra} \\ \text{al sistema} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{Material} \\ \mathbf{producido} \\ \text{dentro del} \\ \text{sistema} \end{array}} - \boxed{\begin{array}{c} \text{Material} \\ \text{que } \mathbf{sale} \\ \text{del sistema} \end{array}} - \boxed{\begin{array}{c} \text{Material} \\ \mathbf{consumido} \\ \text{dentro del} \\ \text{sistema} \end{array}}$$

Ecuación general de balance (1.25)

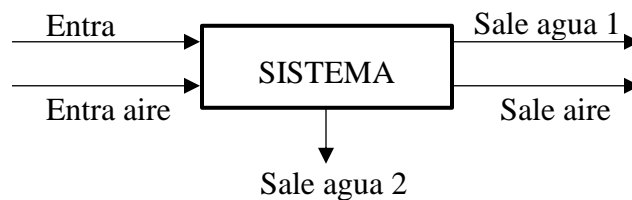
Si no ocurre acumulación en un problema, y no se consideran los términos de generación y consumo, el balance de materia se reduce a una relación muy sencilla para un compuesto o para el total de materiales, misma que puede expresarse en palabras de forma sucinta como: “Lo que entra debe salir”, o sea:

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{Material} \\ \text{que } \mathbf{entra} \\ \text{al sistema} \end{array}} - \boxed{\begin{array}{c} \text{Material} \\ \text{que } \mathbf{sale} \\ \text{del sistema} \end{array}}$$

(1.26)

En el diagrama de flujo se escriben los valores de las variables conocidas (masas o moles y composiciones) y la demás información disponible (presiones, temperaturas, especificaciones de proceso), en todos los casos usando las unidades adecuadas, y deben aparecer todas las incógnitas que es necesario calcular. En la medida en que se van obteniendo estos últimos valores pueden trasladarse al diagrama, el cual se constituye en una visión del desarrollo del balance de masa en todo momento. (Himmelblau, 1997).

Figura I.7 Proceso para un balance de masa sencillo



Fuente: Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química

1.6.6. Balance de energía

Se puede entender un balance energético como una contabilidad del aporte y del consumo de energía en un sistema. El balance de energía puede considerar las siguientes aplicaciones:

- Lograr una producción efectiva de calor.
- Recuperar y usar efectivamente el calor.
- Determinar el consumo de combustible y calcular la cantidad de energía mecánica necesaria.

1.6.6.1. Calor:

El calor (Q) comúnmente se define como la parte del flujo total de energía a través de la frontera de un sistema que se debe a una diferencia de temperatura entre el sistema y su entorno. El calor no se almacena ni se crea. El calor es positivo cuando se transfiere al sistema. El calor puede transferirse por conducción, convección o radiación. El calor, al igual que el trabajo, es una función de la trayectoria.

$$Q = UA \Delta T$$

1.27

1.6.6.1.1. Calor Sensible

Cuando se suministra energía por calentamiento a un cuerpo se produce un cambio en la velocidad de sus moléculas y la temperatura varía. Sin embargo, durante un cambio de fase la energía suministrada al cuerpo se emplea en cambiar las posiciones relativa de las moléculas entre sí y hacerles superar la fuerza de tensión entre ellas, de tal forma que la temperatura permanece constante (F. Kreith, W. Black. 1983).

La expresión que permite determinar el calor sensible es:

$$Q_S = mC_p\Delta T \quad 1.28$$

Donde:

Q_s: Calor Sensible W (watio)

m: masa a calentarse (kg/s)

C_p: Calor específico (kJ/kg °C)

ΔT: Diferencia de temperatura inicial y final (°C)

1.6.6.1.2. Calor Latente

En este tipo de calor, no se pueden a partir de la temperatura, constatar transferencia de calor ya que la temperatura permanece constante. Se da el nombre de calor latente a la energía empleada para el cambio de estado (F. Kreith, W. Black. 1983).

Si el cambio es de estado líquido a vapor se emplea el calor latente de vaporización.

La expresión que permite determinar el calor latente es:

$$Q_l = mh_{fg} \quad 1.29$$

Donde:

Q_l: Calor latente W (watio)

m: agua a evaporarse (kg/s)

h_{fg}: Calor latente de vaporización (kJ/kg)

1.6.6.2. Transferencia de Calor

La transferencia de calor ocurre cuando dos objetos que están a temperaturas diferentes se ponen en contacto térmico el calor fluye desde el objeto de temperatura más elevada

hacia la temperatura más baja. El flujo neto se produce siempre en el sentido de la temperatura decreciente. (Warren L. McCabe, 2007).

Los mecanismos por los que fluye el calor son 3:

- **Conducción:**

La conducción es la transferencia de energía de las partículas más energéticas a las menos energéticas de una sustancia. La conducción se puede dar en los 3 estados de la materia; sólidos, líquidos y gases.

La razón de conducción de calor es una superficie perpendicular a la transferencia de calor es proporcional a la diferencia de temperatura y al área de transferencia e inversamente proporcional al espesor de la pared plana.

$$\dot{Q} = kA \frac{T_1 - T_2}{L} \quad 1.30$$

Donde:

T 1: temperatura elevada (°C)

T2: temperatura baja (°C)

K: constante de transferencia de calor por conducción del material (W/m°C).

A: área (m²).

L: espesor (m)

- **Convección**

La convección se refiere al flujo de calor asociado con el movimiento de un fluido, tal como cuando el aire caliente de un horno entra a una habitación, o a la transferencia de calor de una superficie caliente a un fluido en movimiento. (Warren L. McCabe, 2007).

Por lo general, el flujo convectivo por unidad de área es proporcional a la diferencia entre la temperatura de la superficie y la temperatura del fluido.

$$\frac{q}{A} = h(T_s - T_f) \quad 1.31$$

Donde:

T_s: temperatura de la superficie.

T_f: temperatura global del fluido, más allá de la superficie.

h: coeficiente de transferencia de calor por convección (W/m²).

Cuando las corrientes en un fluido son consecuencia de las fuerzas de flotación generadas por diferencia de densidad, la acción recibe el nombre de convección natural. Cuando las corrientes se deben a un dispositivo mecánico, por ejemplo, una bomba o un agitador, recibe el nombre de convección forzada.

- **Radiación:**

La radiación es la energía emitida a través del espacio por medio de ondas electromagnéticas. Si la radiación en su trayectoria encuentra algún material, ésta se transferirá, reflejará o absorberá. (Warren L. McCabe, 2007).

La radiación suele considerarse como un fenómeno superficial para los sólidos que son opacos a la radiación térmica, como los metales, la madera y las rocas, ya que las radiaciones emitidas por las regiones interior de un material de este tipo nunca pueden llegar a la superficie, y la radiación incidente sobre esos cuerpos suelen absorberse en unas micras hacia adentro de dichos sólidos.

1.7. Evaluación financiera.

1.7.1. Indicadores económicos.

1.7.1.1. Relación beneficio-costos (RBC).

La razón beneficio-costos (RBC) se aplica teniendo en cuenta los flujos no descontados de caja, conlleva los mismos problemas ya indicados respecto del valor tiempo del dinero. Estas mismas limitaciones han inducido a utilizar factores descontados. (Sapag Chain, Sapag Chain, & Sapag Puelma, 2007).

1.7.1.2. ROI

Es una razón que relaciona el ingreso generado por un centro de inversión a los recursos (o base de activos) usados para generar ese ingreso (VILLEGAS, 2001).

$$ROI = \frac{\text{Ingresos} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} \quad 1.32$$

II. DIAGNÓSTICO

2. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO.

2.1. Presentación de la Asociación

La producción de manzanilla en la comunidad de Erquiz es una actividad económica que empezó hace poco más de 35 años atrás por parte de los comunarios, ya que tenían un conocimiento ancestral sobre las propiedades medicinales que tiene dicha planta, esta actividad agrícola nace con el fin de generar ingresos para sus familias y por la demanda que tenía esta planta medicinal por parte de la fábrica Windsor.

La producción y cultivo de manzanilla es una actividad que se encuentra dentro de la clasificación económica de Bolivia “CAEB-2011”.

Cuadro II.1 Clasificación Económica de Bolivia CAEB-2011

Sección	División	Grupo	Clase	Subclase	Descripción
A					AGRICULTURA, GANADERÍA, CAZA, PESCA Y SILVICULTURA
	01				AGRICULTURA, GANADERÍA, CAZA Y SERVICIOS CONEXOS
		012			Cultivo de plantas perennes
			0128		Cultivo de especias, plantas aromáticas, medicinales y farmacéuticas
				01281	Cultivo de especias, plantas aromáticas, medicinales y farmacéuticas

Fuente: Instituto Nacional de Estadística 2012

En un principio esta actividad era realizada solo por 5 familias o menos y la manzanilla era vendida de manera informal a mayoristas, pero en muy pocas cantidades, otra forma de venderla era de forma directa al consumidor final.

Con el pasar de los años esta actividad fue incrementando su crecimiento, pues la cantidad de producción se extendió a otras familias, ya que la demanda de las fábricas que utilizan la planta de manzanilla como materia prima aumentaron su producción. Ante el incremento de la demanda de manzanilla de las empresas industriales, sobre todo de la fábrica Windsor, los productores deciden crear una asociación y obtener su personería jurídica para poder conseguir proyectos que apoyen su producción y al mismo tiempo ganar mercado, es así como hace aproximadamente 8 años atrás logran obtener la personería jurídica antes mencionada con un total de 13 productores en un inicio y en la actualidad esta cantidad se incrementó a 24 socios productores.

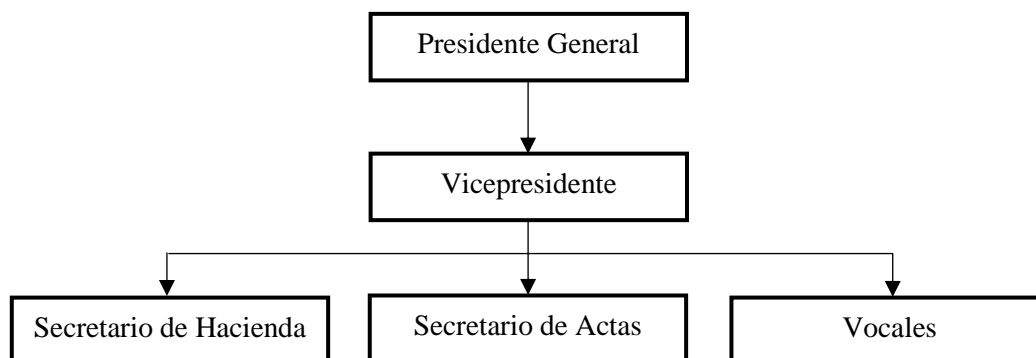
Sus principales logros como asociación son los siguientes:

- Aumento de la producción de manzanilla debido a que se convirtieron en los únicos proveedores de manzanilla de la fábrica Windsor, el cual acapara el 80% del mercado nacional, en cuanto a la línea de mates.
- Capacitaciones para mejorar sus rendimientos productivos.
- Apoyo con maquinaria para facilitar el proceso de adecuación de materia prima.
- Proyecto de apoyo en el proceso de secado de la manzanilla, convenio con SEDAG para la construcción de los actuales secadores que tiene cada productor perteneciente a la asociación.

2.2. Estructura organizacional

La estructura organizacional de la *Asociación de Productores Agrícolas de Erquiz* es bastante simple y sencilla puesto que solo 6 personas ocupan un cargo en la junta directiva, los cuales, en primer lugar, se encuentra el presidente general, en segunda se encuentra el vicepresidente y en tercera se encuentran el secretario de hacienda, el secretario de actas y dos vocales.

Figura II.1. Organigrama de la asociación




Fuente: Entrevista a Presidente de la Asociación de Productores Agrícolas de Erquiz


2.3. Descripción de los productos ofrecidos al mercado

La asociación tiene dos tipos de mercado; uno que entregan la manzanilla como materia prima al sector industrial y otro que entregan la plantita fresca a terceros para que estos la vendan al consumidor final.

La manzanilla se entrega en tres formatos:

Cuadro II.2 Productos ofrecidos

Producto	Descripción	Imagen
Masitos	Se obtienen mediante la poda de las plantas, el cual se la realiza un mes antes de la cosecha final. El sistema de venta de este producto consiste en venderlo a revendedoras para que estas se encarguen de la venta final.	

<p>Flores Secas</p>	<p>Se realiza una cosecha parcial a 2 o 3 semanas antes de la cosecha final, este producto se vende a pequeñas fábricas que se encargan de darle a la manzanilla un valor agregado, ya sea en mates, champús o cualquier otro producto.</p>	
<p>Flor y Tallo</p>	<p>Es el producto que se obtiene de la cosecha final, el cual previo a su venta este debe pasar por un proceso de adecuación, este producto se vende casi en su totalidad a la fábrica Windsor de La Paz.</p>	

Fuente: Visita a la Zona

2.4. Población y Muestra Beneficiaria

Esta investigación va dirigida a los habitantes productores de Manzanilla pertenecientes a la asociación de productores agrícolas de la comunidad de Erquiz, se trata de pequeños y medianos productores que tienen la visión de incrementar la producción y adquirir una mejor calidad de vida, esta producción agrícola se encuentra en los cuatros cantones de la comunidad de Erquiz, La Victoria y la Choza.

La población del cantón de Erquiz se encuentra dividida de la siguiente manera:

Cuadro II.3 Población de la Comunidad de Erquiz

Distrito	Descripción	Población Empadronada	Hombres	Mujeres
Tomatitas	Erquiz Ceibal	158	79	79
	Erquiz Norte	390	190	200
	Erquiz Oropeza	322	147	175
	Erquiz Sud	465	236	229
TOTAL		1335	652	683

Fuente: PDM San Lorenzo

La producción agrícola de la manzanilla no solo es practicada por los productores pertenecientes a la asociación, sino que también por pequeños productores individuales, no obstante, el tipo de secado de manzanilla que se pone en estudio en la presente investigación solo es realizado por los productores de la asociación de agricultores, por lo tanto, solo se tomara en cuenta la capacidad de producción y del proceso de secado de dicha asociación.

2.5. Proceso de Producción Agrícola

La manzanilla crece en regiones de clima templado frío. Es resistente a las bajas temperaturas invernales, es poco exigente respecto al suelo, por lo cual se desarrolla en suelos francos (franco arcilloso, franco arenoso), aunque es más adecuado que sean neutros a alcalinos, permeables, bien drenados y con buena retención de humedad.

La manzanilla se adapta a diversos climas, aunque mayor rendimiento y mejor calidad se obtienen en clima templado a templado cálido (temperatura media anual entre 15 y 23°C) y condición de subhúmedo.

Las precipitaciones otoñales favorecen un rápido y uniforme nacimiento; en invierno las necesidades hídricas son bajas pues el desarrollo de la parte aérea es lento debido al frío y sólo la raíz, de tipo pivotante, profundiza en busca de humedad, lo cual asegura un buen anclaje posterior que es muy importante para evitar el desarraigue en el momento de la cosecha.

2.5.1. Adecuación del terreno

La adecuación del terreno empieza desde febrero a marzo, el suelo debe estar muy bien nivelado y abonados (abono orgánico).

Figura II.2 Preparación del Terreno



Fuente: Visita a la zona de producción

2.5.2. Siembra

Esta se realiza entre los meses de abril y junio, esta siembra se realiza en diferentes etapas, es decir, no todos los productores siembran al mismo tiempo.

2.5.3. Crecimiento

Al mes de nacida se le echa herbicida, posteriormente se cura para la ceniza, se hace desyuyar, a los dos meses y medio se aporca, el riego se realiza cada 15 días, otro proceso importante que se realiza es la poda de la planta, para que crezca de forma uniforme y crezca en volumen.

Figura II.3 Crecimiento de la manzanilla



Fuente: Visita a la zona de producción

2.5.4. Cosecha

La cosecha se realiza a partir de los meses de agosto a diciembre, tiempo en que la floración de la manzanilla alcanza su máximo esplendor, esta cosecha se realiza

preferentemente a partir de las 10 de la mañana para que el rocío de la noche caiga, la manzanilla debe tener un 60% planta y 40% flor.

Se realizan distintos métodos de cosecha, sin embargo, algunos han dejado de emplearse.

- **Cosecha manual:** la cosecha se la realiza con la ayuda de una hoz, es la que se emplea en la actualidad, ya que se tiene un mejor cuidado de la manzanilla, consiste en cortar toda la planta permitiendo realizar una sola cosecha.

Figura II.4 Cosecha de la Manzanilla



Fuente: Visita a la Zona de producción

También se realiza con ayuda de un cuchillo para cosechar la flor y parte de la planta, es decir, para obtener masitos de manzanilla.

Figura II.5 Primera cosecha de la manzanilla



Fuente: Visita a la zona de producción

- **Con peine metálico:** Se pasa un peine especial, mano sobre la planta y se trata de recoger los capítulos abiertos. Sólo es usado por cultivadores de parcelas

muy pequeñas, o bien por personas que cosechan manzanilla asilvestrada en banquinas de caminos, aunque esto último ya casi no se ve.

Figura II.6 Peine Metálico



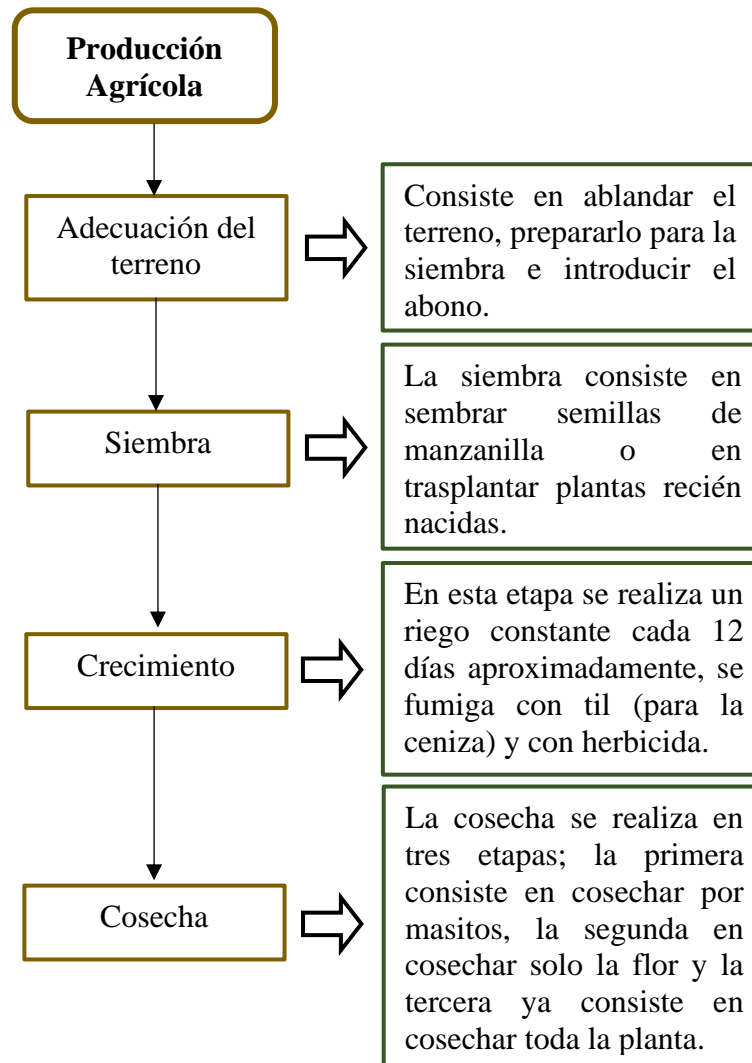
Fuente: Visita a la zona de producción

- **Con carrito recolector de tracción humana:** Constituido por un cajón de aproximadamente un metro de ancho, provisto de un eje y dos ruedas metálicas. En la parte delantera lleva una serie de dientes de hierro ligeramente curvados hacia arriba. Las flores que se deslizan hacia el carrito por entre los dientes, son arrancadas y caen en el interior del cajón que hace las veces de tolva recolectora. Una o dos pequeñas varas posteriores facilitan su empuje por parte del cosechero.
- **Con barras de corte tradicional (automotriz):** Esta máquina es más apta cuando se va a realizar una sola cosecha o bien la segunda si hubo una anterior, dado que la barra corta no sólo las flores, sino también gran parte de la planta. Ya no es utilizado este método ya que la planta tiende a enredarse y en algunos casos llega a sacarla de raíz, perdiendo así la calidad de la manzanilla.

Luego de cosechar la manzanilla, esta pasa por un proceso de desinfección, secado y posterior molienda para ser entregada a sus compradores.

2.6. Diagrama de flujo del proceso agrícola

Figura II.7 Proceso Agrícola



Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a productores

2.7. Capacidad de Producción

De acuerdo con encuestas y entrevistas con productores de la asociación, el rendimiento de producción de la manzanilla es de 2.500 a 3000 kg de manzanilla seca por hectárea, la cantidad de producción por productor máxima que se entrega a la fábrica Windsor es de 8000 kg de manzanilla seca y la producción mínima en entregar es de 1000 kg de manzanilla seca.

Se distribuye la manzanilla a producir de acuerdo con la antigüedad de los productores en la asociación, un factor importante es también la disponibilidad de terreno de cada uno.

Si bien la manzanilla se vende en tres formatos diferentes, lo que determina la cantidad de producción es la demanda de la fábrica Windsor, debido a que ésta ocupa poco más del 90% de la producción total de la asociación, y prácticamente dicha fábrica se lleva toda la producción de manzanilla en formato “flor y tallo”

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, el cuadro II.4 la demanda de los últimos 6 años de la fábrica Windsor, que a su vez se considera como la cantidad de producción de manzanilla.

Cuadro II.4 Producción de manzanilla

Año	Demanda (Tn)
2015	70
2016	75
2017	80
2018	85
2019	90
2020	100
2021	110

Fuente: Entrevista presidente de la Asociación

2.8. Maquinaria, Equipos y Materiales

A continuación, se detalla la maquinaria, equipos y materiales involucrados en el proceso productivo de la Manzanilla. Cabe aclarar que algunos equipos son compartidos por los productores de la asociación, tales como el tractor y el molino, de igual manera si algún productor necesita de otros equipos más pequeños (mochila para fumigar, peine metálico u otros) lo que se hace es pedir prestado a otro productor.


En cuanto al tractor y el molino que son de uso compartido por los productores de la asociación, estos llegan a organizarse internamente de acuerdo con conveniencias para los turnos de utilización.





Cuadro II.5 Maquinaria y Equipos

DETALLE	FIGURA	DESCRIPCIÓN
Tractor		El tractor se le utiliza en la etapa de adecuación del terreno: esto consiste en nivelar, ablandar, abonar y aporcar el terreno.
Sacadores actuales		Sus medidas son: a = 5 m b = 10 m Capacidad aprox. 500 kg
Molino		C = Máx.: 500 kg/h (1.102 lb/h) Mín.: 200 kg/h (441 lb/h)

Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a productores

Cuadro II.6 Herramientas

DETALLE	FIGURA	DESCRIPCIÓN
Herramientas de agricultura		Estas herramientas son utilizadas en la etapa de adecuación del terreno, siembra y cuando se realizan las actividades de riego.
Mochila de fumigar		Estas mochilas son empleadas para fumigar la planta con herbicida y con til para la ceniza.

Herramientas de corte		Estas herramientas son empleadas para la etapa de cosecha de la manzanilla ya que se realiza de manera manual.
Tenedor de jardín		Utilizados en el momento de la molienda para manipular la manzanilla.
Peine Metálico		Utilizado para cosechar solo la flor de la manzanilla.
Carpas planas		Las carpas son empleadas para dejar reposar la manzanilla el sol, también las utilizan para cubrir toda la manzanilla en épocas de lluvia o en ocasiones en la noche para que no se humedezca.

Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a productores

2.9. Costos e Ingresos de Producción

- Costos:

A continuación, se muestran en el cuadro II.7 los costos de producción de 1 ha, tomando en cuenta desde la producción agrícola, actividades post cosecha y distribución de la manzanilla.

Es importante mencionar que gran parte de la mano de obra empleada corre por parte del productor, a su vez la semilla de la manzanilla es provista también por parte del propio productor.

Para 1 ha de cultivo se espera una producción de 2.700 kg de manzanilla seca.

Cuadro II.7 Costos de Producción

Zona: Erquíz		Cultivo: Manzanilla		
Clima: Templado Semi árido		Variedad: Criolla		
Altura: 2046 - 2147 m.s.n.m.		Producción esperada: 2 700 kg		
Época de siembra: Marzo – Abril		época de cosecha: Agosto - Octubre		
Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unit. (Bs)	Total (Bs)
Producción agrícola				
Arada, rastreada (Tractor)	horas	8	130	1.040
Incorporación de Abono	jornal	6	100	600
Siembra	jornal	6	100	600
Riego	horas	36	3	108
Desinfección (herbicida)	jornal	2	100	200
Desyuyar	jornal	12	100	1.200
desinfección (Til)	jornal	2	100	200
Primera cosecha (Poda)	jornal	40	90	3.600
Segunda cosecha (Flor)	jornal	32	90	2.880
Tercera cosecha (Planta)	jornal	45	100	4.500
Subtotal				14.928
Post cosecha				
Secado	horas	84	12,5	1.050
Molienda y envasado	jornales	10	100	1.000
Distribución	qq	59	20	1.180
Subtotal				3.230
Insumos				
Semilla	@	4	380	1.520
Herbicida	L	1	180	180
Til	L	1	280	280
Abono	volvo	1	4000	4.000
Bolsas Polipropileno (35 kg)	unid.	77	4	308
Combustible	L	300	3,72	1.116
Subtotal				7.404
TOTAL				25.562

Fuente: Entrevista a productores

- Ingresos:

A continuación, se calculan los costos de toda la producción de manzanilla.

Para calcular los ingresos de producción, se tomó en cuenta los ingresos de una hectárea de producción, lo que viene siendo 2.700 kg de producto, para ello se consideran los ingresos por masitos, ingresos por flor y sobre todo los ingresos por flor y tallo.

Cuadro II.8 Ingresos de la Producción de Manzanilla

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unit. (Bs)	Total (Bs)
Masitos	masito	3500	1	3.500
Flor	@	30	400	12.000
Planta	kg	2700	10	27.000
TOTAL				42.500

Fuente: Entrevista a productores de la Asociación

Se observa que el total de ingresos obtenidos por la producción de manzanilla de 1 ha es de Bs 42.500.

Cuadro II.9 Utilidad de la Producción de Manzanilla

Detalle	Total (Bs)
Ingresos	42.500
Costos de Producción	25.562
Utilidad	16.938

Fuente: Elaboración propia, 2021

De acuerdo con los costos de producción y los ingresos obtenidos, se obtiene una utilidad por la producción de manzanilla de Bs 16.938.

- ROI

$$ROI = \frac{\text{Ingresos} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} * 100$$

$$ROI = \frac{42.500 - 25.562}{25.562} * 100 = 66,26\%$$

2.10. Proceso de Secado (Postcosecha)

El tipo de secado que se utiliza es el secado natural o al aire libre, el cual consiste en exponer la manzanilla a la acción de los factores climáticos, estos factores son la temperatura, la humedad y el movimiento del aire de la atmósfera.

Para este tipo de secado, no se utilizan equipos, el producto se seca por la acción del viento que circula en ese momento y por los rayos del sol, debido a ello este tipo de secado dependerá de las condiciones atmosféricas. Por lo anteriormente mencionado, se torna en un tipo de secado difícil de controlar.

A continuación, se describe todo el proceso post cosecha de la manzanilla:

2.10.1. Secado

- Una vez cosechada la manzanilla pasa por un proceso de desinfección o verificación de residuos no deseados.
- Se distribuye en los espacios disponibles para secar, ya sea el secador artesanal o cualquier otro lugar al aire libre adecuado para realizar este proceso.
- Se deja reposar el tiempo necesario para su secado óptimo, este tiempo varía de acuerdo con las condiciones climatológicas:
 - o De 10 a 15 días cuando el clima está a 25°C en adelante.
 - o De 20 a 25 días cuando está a 20°C o menos con probabilidades de lluvia.
- Todos los días la manzanilla pasa por una etapa de dispersión para un secado uniforme.
- Una vez seca la manzanilla se procede a almacenarla hasta que el molino utilizado por la asociación se encuentre disponible, este almacenamiento consiste en acumular toda la manzanilla en un solo espacio y se la cubre con una carpa.

Este proceso de secado requiere de un seguimiento continuo y cuidadoso por las condiciones de secado, y al ser tan largo, la manzanilla corre el riesgo de ser maltratada por los factores climatológicos, por otra parte, el empleo de mano de obra es alto ya que todos los días por la noche toda la manzanilla se debe cubrir con una carpa para evitar que esta adquiera humedad con la baja temperatura de la noche y por las mañanas se debe quitar la carpa para que siga con el proceso de secado, el mismo procedimiento se emplea cuando llueve o las ráfagas de viento son fuertes.

Figura II.8 Secado de Manzanilla



Fuente: Visita a la zona de producción

2.10.2. Molienda

La molienda se realiza con el fin de disminuir el volumen del producto, y así sea más fácil su manipulación y su almacenamiento. Para esto se ocupa un molino de martillos que es compartido por todos los productores.

Es importante mencionar también que algunos de los mayores productores cuentan con un molino propio y en caso de ser necesitados, estos son prestados o alquilados, de acuerdo con el trato que lleguen las dos partes interesadas.

2.10.3. Empaquetado

Esta actividad se realiza en paralelo con la molienda, se empaqueta la manzanilla molida en bolsas de polipropileno de 35 kg a 40 kg.

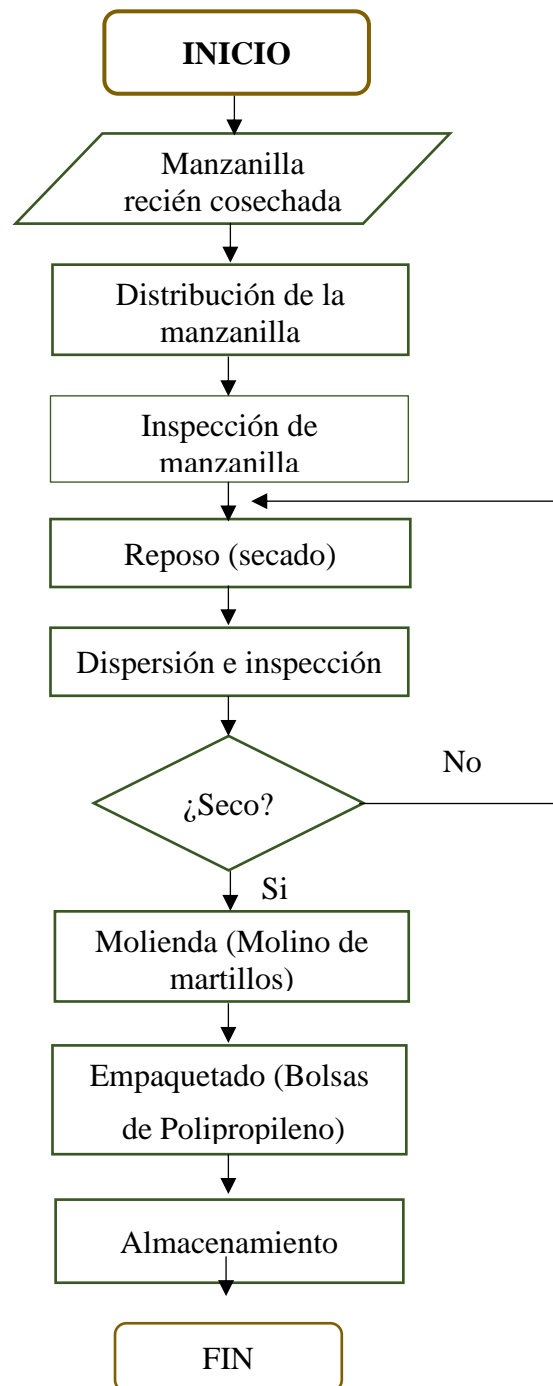
2.10.4. Almacenamiento

Cada productor tiene su espacio de almacenamiento, ya sea depósitos cerrados, en galerías o en espacios donde la manzanilla no vuelva a absorber humedad.

2.11. Diagrama de Flujo del Proceso de Secado

Se presenta a continuación, en la figura 3.4 el proceso de post cosecha actual de la manzanilla, este proceso implica el secado, la molienda, el envasado y el almacenamiento.

Figura II. 9. Diagrama de Flujo del Proceso Post Cosecha



Fuente: Elaboración propia en basa a entrevista a productores

Se determina el secado total de la manzanilla empleando el sentido de la vista y tacto del productor, es decir, se toma en cuenta la apariencia y textura (la manzanilla debe estar quebradiza).

2.12. Capacidad de Secado

Actualmente, cada productor cuenta con un secador artesanal que construyeron con el apoyo de la organización gubernamental SEDAG, pese a este apoyo no todos los secadores están concluidos.

Debido a que todos los productores contaban con la ayuda para su propio secador artesanal, existieron alianzas entre los familiares que consistían en fusionar los secadores para que estos sean de mayor capacidad.

Un secador individual tiene una capacidad aproximada de 500 kg de manzanilla seca, al no abastecer ni siquiera el mínimo requerimiento, lo que se hace es secar la manzanilla en campos abiertos expuesta al sol, este espacio debe estar cerrado impidiendo el ingreso de animales.

Cuadro II.10 Capacidades del Secado de Manzanilla

Tamaño de Secador	Capacidad
Ancho: 5 m Largo: 10 m	500 kg
Ancho: 5 m Largo: 20 m	1000 kg
Ancho: 5 m Largo: 10 m (Sin bandejas)	380 kg
Espacio libre de 50 m ²	380 kg

Fuente: Trabajo de Campo

El espacio que ocupa la manzanilla es de 125 kg en un espacio de 6 m³, esto quiere decir que esa cantidad de manzanilla entra en una bandeja de 10 m de largo y 1,5 m de ancho, la manzanilla no debe superar la altura de 0,4 m.

Por lo general, los productores que entregan menor cantidad de manzanilla suelen realizar un solo secado, mientras que los que entregan en mayor cantidad, suelen realizar de tres a cuatro secados como máximo.

De acuerdo con entrevistas realizadas a productores la mayoría de ellos dicen que alrededor de la mitad de la producción se seca en los secadores y la otra mitad se seca en espacios libres con exposición al sol.

2.13. Descripción de Secadores Actuales

Los secadores que tienen los productores son de distinto tamaño, algunos están concluidos y otros no, esto de acuerdo con la capacidad económica de cada productor.

Los secadores son de tipo galpón, el techo es a dos aguas con calamina plástica ya que el material tiene resistencia a la corrosión y resistencia al calor. Así mismo los secadores cuentan con un ancho de 5 m y un largo de 10 m, lo suficiente para contar con dos filas de bandejas y con espacio de circulación alrededor de las mismas, este tipo de circulación es importante ya que permite realizar las operaciones de dispersión de la manzanilla y observar el proceso de secado.
























En el interior del secador se instalan las bandejas, las cuales son de estructura metálica y provistas de malla milimétrica de aluminio, cada fila tiene un ancho de 1,5 m y constan de dos pisos, separados entre sí, con una distancia de 0,5 m. A su vez el espacio de circulación también es de 1,5 m.

2.14. Cursograma Analítico de las Operaciones Realizadas.

Se tomó como referencia la producción de una hectárea y un rendimiento promedio de 2700 kg/ha de manzanilla, además se establece 20 días de secado. En el ANEXO 1 se encuentra desarrollado el cursograma del proceso productivo de la manzanilla.

En las siguientes figuras se muestra el proceso de producción de la manzanilla en la etapa de post cosecha, desde punto de vista del operario.

Figura II.10 Cursograma del Proceso Post Cosecha del Operario

Cursograma Analítico				Material/Operario/Equipo		
Diagrama Num: Hoja 01 de 02		Resumen				
Objeto: Secado de manzanilla (Flor y tallo)		Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Actividad: Producción de Manzanilla		Operación 	37			
Metodo: Actual/Propuesto		Inspección 	0,1			
Lugar: Erquiz		Transporte 				
Operario (s): 1 Ficha núm: 01		Espera 	473			
		Almacenamiento 				
		Distancia (m)				
		Tiempo (hr-hombre)	510,1			
Compuesto por: Mariana Guzman		-Costo Mano de obra	2.050			
Fecha: 13-09-2021		-Costo Material	1.520			
		Total	2.560			
Descripción	Cant.	Tiempo [Hr]	Dist. [mts]	Símbolo		Observaciones
Recepción de Manzanilla						
Dispersión e inspeccion de manzanilla		3				Al momento que empieza el secado
Reposo (noche)		14				14 h por 20 días
Secado (dia)		10				10 h por 20 días
Reposo (noche)		14				
Secado (dia)		10				
Redispersión		2				Para 2.700 kg de manzanilla seca
Reposo (noche)		12				
Secado (dia)		10				
Reposo (noche)		14				
Secado (dia)		10				
Redispersión		2				La dispersión se realiza cada dos días
Reposo (noche)		12				
Secado (dia)		10				
Reposo (noche)		14				
Secado (dia)		10				
Redispersión		2				La dispersión se realiza entre 4 perso
Reposo (noche)		12				
Secado (dia)		10				
Reposo (noche)		14				
Secado (dia)		10				
Redispersión		2				
Reposo (noche)		12				
Secado (dia)		10				
Reposo (noche)		14				
Secado (dia)		10				
Redispersión		2				
Reposo (noche)		12				
Secado (dia)		10				
Reposo (noche)		14				
Secado (dia)		10				
Redispersión		2				
Reposo (noche)		12				
Secado (dia)		10				
Reposo (noche)		14				
Secado (dia)		10				
Redispersión		2				
Reposo (noche)		12				
Secado (dia)		10				
Reposo (noche)		14				
Secado (dia)		10				

Redispersión	2						
Reposo (noche)	12						
Secado (día)	10						
Reposo (noche)	14						
Secado (día)	10						
Redispersión	2						
Reposo (noche)	12						
Secado (día)	10						
Reposo (noche)	14						
Secado (día)	10						
Inspección	0,1						
Reposo (noche)	11						
Molienda y envasado	16						Se realiza entre 5 personas
Almacenamiento							
TOTAL	510,1						

Fuente: Elaboración propia, 2021

De acuerdo con los datos obtenidos del cursograma, se observa que la cantidad de horas trabajadas es de 37 horas, de las cuales 21 horas se emplean para la etapa de secado, este proceso se lo realiza entre cuatro personas, las restantes 16 horas se emplean para la molienda y envasado, cuyo proceso se realiza entre 5 personas.

Se puede observar también que el tiempo de demora por parte del productor en el proceso es de 473 horas, el total de tiempo empleado en el proceso es de 510,1 horas, lo que equivale a poco más de 21 días de trabajo.

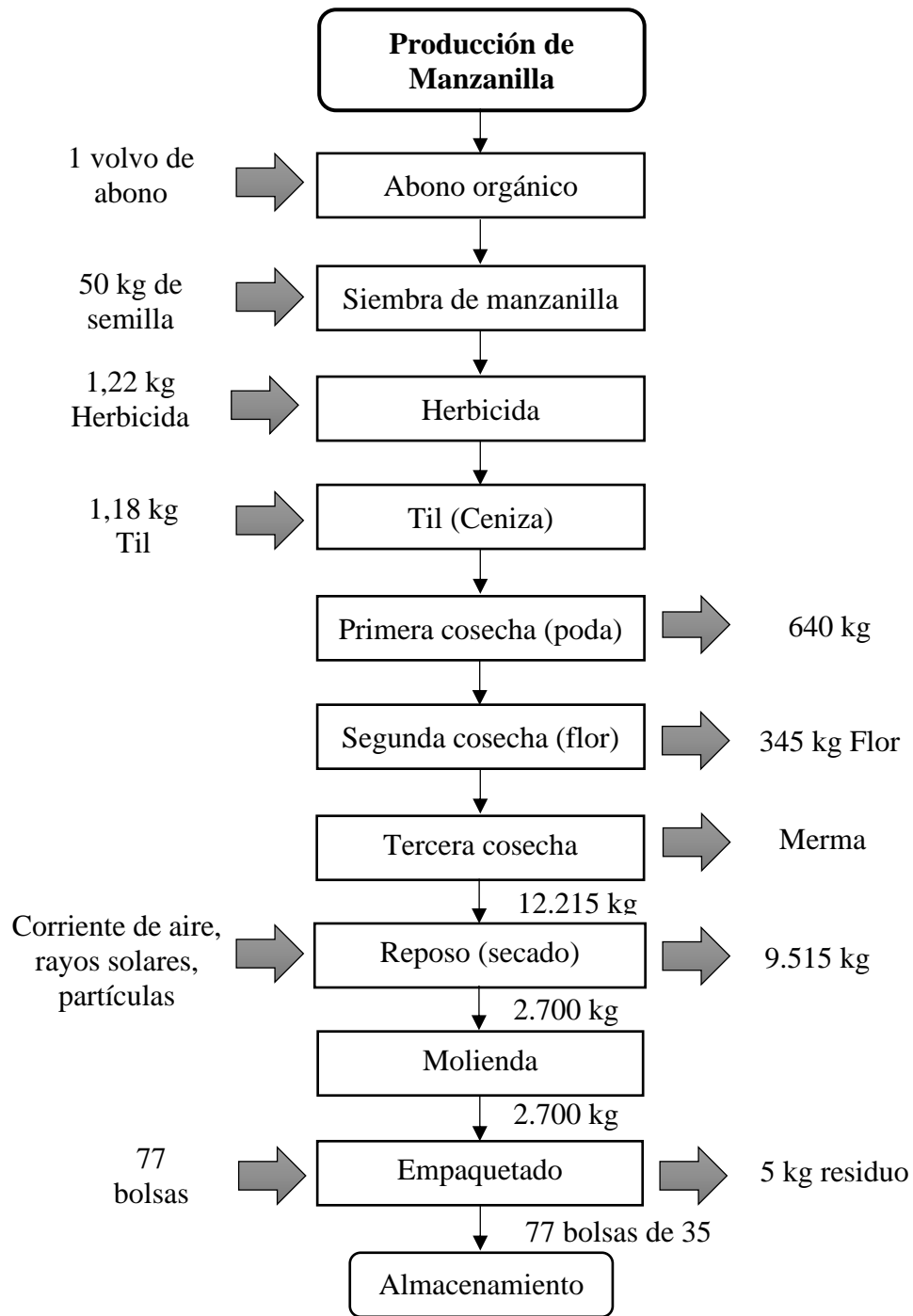
Es importante mencionar que la cantidad de manzanilla por secar no afecta al tiempo, es decir, 1.000 kg de manzanilla, seca en el mismo tiempo que 1.500 kg o 2.700 kg, lo que sí varía es el tiempo de trabajo del productor.

El costo de mano de obra en dicho proceso es de 2.050 Bs.

2.15. Balance de Materia del Proceso

En la siguiente figura que se presenta a continuación, se muestra el balance de masa para 1 ha de producción de manzanilla, lo cual es equivalente a 2.700 kg de manzanilla seca, el desarrollo del balance se encuentra en el ANEXO 2.

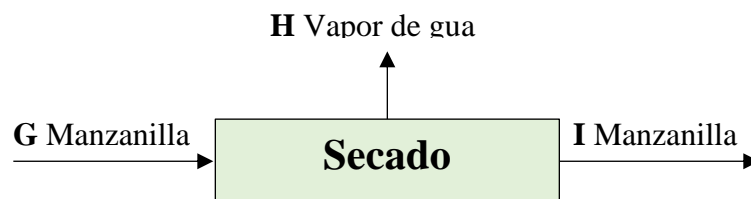
Figura II.11 Balance de Materia



Fuente: Entrevista a productores

Se considera que la planta ingresa con un 78,89 % de humedad en promedio (dato obtenido de las pruebas de laboratorio) y sale a un 4 o 6 % de humedad con una temperatura ambiente, por aproximadamente 20 días en promedio.

Figura II.11 Balance de Materia del Secado



$$G = H + I$$

$$I = 2.700 \text{ kg}$$

$$G * 0,21 = 0,95 * 2700 \text{ kg}$$

$$G = 12.150,64 \text{ kg de planta fresca}$$

$$H = G - I$$

$$H = 9.450,64 \text{ kg de vapor de agua}$$

2.16. Costo de Proceso Postcosecha

Para el cálculo del costo de secado se toma en cuenta un lote de producción de 1.500 kg, se calculan los datos a partir del cuadro II.7

Cuadro II.11 Costo de secado

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total (Bs)
Mano de Obra				
Secado	horas	42	12,5	525
Molienda y envasado	jornales	5	100	500
Otros				
Bolsas Polipropileno (35 kg)	unid.	43	4	172
Combustible	L	150	3,72	558
Distribución	qq	33	20	660
TOTAL				2.415

Fuente: Entrevista a productores

2.17 Calendario Agrícola

Cada actividad en la producción de manzanilla que se muestra en el cuadro 3.5 tiene un periodo de realización, ya que no todos los productores empiezan la siembra al mismo tiempo, esto con el fin de empezar el secado de manzanilla en tiempos diferentes para lograr tener mayor disposición de los secadores o demás espacios de secado.

Cuadro II.12 Calendario Agrícola

Calendario Agrícola																																																												
Actividades	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiemb.				Octubre				Noviemb.				Diciemb.															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4												
Adecuación de terreno																																																												
Siembra o plantación																																																												
Desyugar herbicida																																																												
Ceniza																																																												
Primera cosecha (Poda)																																																												
Segunda cosecha (Flor)																																																												
Tercer cosecha (Planta)																																																												
Secado																																																												
Molienda																																																												

Fuente: Entrevista a productores

Considerando los días del calendario de los meses de agosto, octubre, septiembre y noviembre, se establece que el total de tiempo disponible para el secado de manzanilla es de 115 días.

III. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

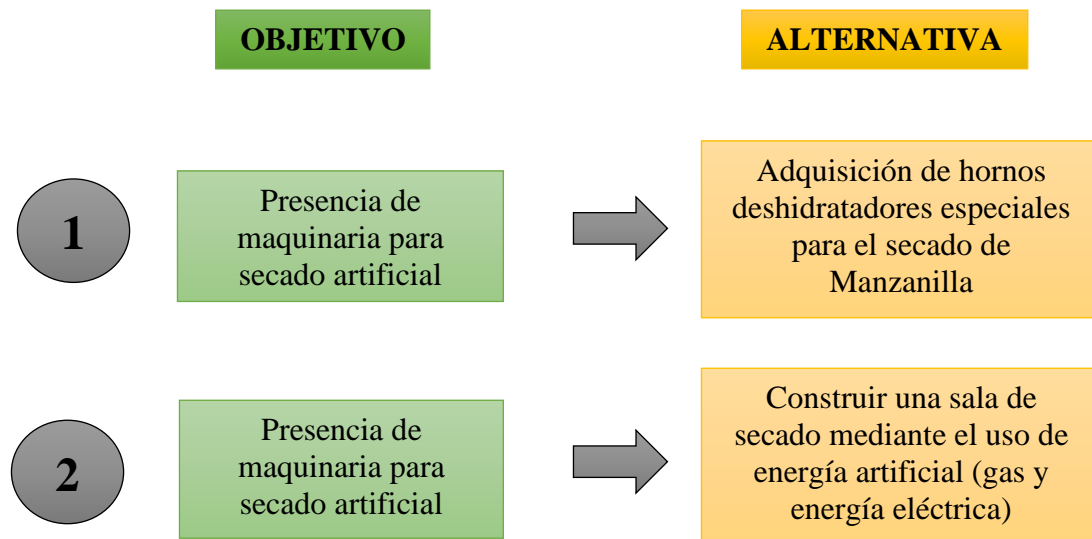
3. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

3.1. Selección del proceso a diseñar.

3.1.1. Identificación de alternativas

De acuerdo con los diferentes estudios realizados, tanto del proceso como del producto, se buscan alternativas para disminuir las dificultades que se tiene en el proceso de secado, lo que se busca es disminuir el tiempo de secado por lote y del mismo modo disminuir el tiempo de espera que tienen los productores con los días de secado.

Figura III.1 Alternativas Identificadas



Fuente: Elaboración Propia, 2021

- Alternativa 1

Esta alternativa consiste en la adquisición de hornos deshidratadores especiales para el secado de manzanilla, y mediante esto diseñar un proceso de secado alternativo al ya existente, se pretende que el nuevo diseño ayude a que el proceso sea más rápido y se requiera de menos trabajo y esfuerzo, en otras palabras, el proceso será más fácil, tendrá mayor productividad.

A diferencia del método actual, esta alternativa no requiere invertir mucho tiempo para el proceso de secado, otra diferencia es que actualmente el empleo de mano de obra es considerable ya que se necesita de un seguimiento y cuidado minucioso en el proceso.

El problema que se identifica es que un secador no abastecería la producción de manzanilla actual, además que los costos de energía serán elevados debido a que en la comunidad no existe conexión trifásica.

- **Alternativa 2**

Esta alternativa consiste en la construcción de una sala de secado para una producción de 1.500 kg de manzanilla seca al día. En el interior de la sala deberá estar el sistema de calefacción, el sistema de ventilación y las bandejas donde reposará la manzanilla.



Se tiene pensado que el sistema de secado constará de calefactores con conexión a gas (cantidad de acuerdo con el tamaño de la sala) y la ventilación será mecánica o artificial.

3.1.2. Selección de la alternativa óptima.

- **Tecnología**

A continuación, se realiza una comparativa entre las alternativas según la tecnología que será empleada.

Cuadro III.1 Maquinaria de Alternativas

	Maquinaria	Gráfico
Alternativa 1 Sala de Secado	Caloventores	
	Ventiladores	

<p align="center">Alternativa 2 Secadores Industriales</p>	<p align="center">Secador de bandejas</p>	
--	---	--

Fuente: Elaboración propia, 2021

De acuerdo con la maquinaria de cada alternativa se procede a realizar una comparativa con las dos alternativas.

Cuadro III.2 Comparación de Alternativas

Alternativa	Descripción	Capacidad	Rendimiento	Observación
<p align="center">Alternativa 1</p>	<p>2 hornos deshidratadores especiales para el secado de Manzanilla.</p>	<p>Cada deshidratador tendrá una capacidad de 400 kg, cada uno realizará dos lotes de secado al día.</p>	$P = \frac{400 \text{ kg} * 4}{1 \text{ día}}$ $P = 1.600 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$	<p>Cada deshidratador tiene un costo superior a los 300 000 \$us.</p> <p>La zona no cuenta con conexión trifásica.</p>
<p align="center">Alternativa 2</p>	<p>Sala de secado funcionamiento a base de energía artificial (gas y energía eléctrica).</p>	<p>La sala de secado tendrá una capacidad de 1.500 kg</p>	$P = 1.500 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$	<p>Funcionamiento a base de energía artificial (gas y energía eléctrica).</p>

Fuente: Elaboración propia, 2021

La capacidad del nuevo sistema de secado es determinante, ya sea con secadores industriales o con una sala de secado con calor artificial.

Según el pronóstico de producción del cuadro II.3 indica que el sistema de secado deberá tener una capacidad general de 170.000 kg (Seco). De acuerdo con el calendario agrícola, el secado se deberá realizar en 115 días, poco menos de 4 meses.

A continuación, se muestra la cantidad de días que demora el proceso de secado con las dos alternativas.

Cuadro III.3 Alternativas del Secado

Año	Cantidad para producir	Tiempo en días	
		2 secadores de bandeja (400 Kg)	Sala de Secado (1500 kg)
2022	112900	71	75
2023	119300	75	80
2024	125700	79	84
2025	132100	83	88
2026	138600	87	92
2027	145000	91	97
2028	151400	95	101
2029	157800	99	105
2030	164300	103	110
2031	170700	107	114

Fuente: Elaboración propia, 2021

Se tiene previsto que los secadores harán dos lotes de secado al día, esto para no sobrecargar su utilización. Así mismo se tiene previsto realizar un lote de secado al día en la sala de secado.

Se observa que la utilización de 2 secadores con capacidad de 400 kg cada uno, se mantiene lejos del límite de los tiempos de secado y se tiene capacidad de seguir aumentando la producción para futuros años.

Si se utiliza la segunda alternativa que consiste en la sala de secado con capacidad de 1.500 kg, se acerca al límite de tiempo disponible en el último año del periodo de estudio.

Para tener la posibilidad de ejecutar cualquiera de las alternativas, es necesario contar con un financiamiento que permita poder realizar la inversión para adquirir la maquinaria o materiales necesarios y así poder secar la manzanilla con el diseño que se estudiará en el presente proyecto.

- **Factores cualitativos**

En el cuadro que se presenta a continuación se procede a evaluar las alternativas tomando en cuenta los siguientes factores:

Cuadro III.4 Selección de la Alternativa

FACTORES CUALITATIVOS	PESO %	Sala de Secado		Secadores Industrial	
		Calif.	Pond.	Calif.	Pond.
Inversión	30	7	2,1	5	1,5
Tiempo de secado	20	8	1,6	7	1,4
Rendimiento	15	6	0,9	7	1,05
Oferta de equipos	15	8	1,2	6	0,9
Requerimiento de terreno	20	6	1,2	7	1,4
TOTAL	100		7		6,25

Fuente: Elaboración propia, 2021

De acuerdo con la comparación de las dos alternativas, se opta por el estudio para la construcción de una sala de secado, ya que esta tiene una mayor capacidad por lote, los equipos que se utilizarán son más pequeños y económicos. Además, uno de los principales impedimentos para la adquisición de deshidratadores industriales es la cantidad de energía que demandan y la comunidad no cuenta con conexión trifásica.

IV. INGENIERÍA DEL PROYECTO

4. INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1. Características Técnicas de la Materia Prima (producto).

4.1.1. Peso

Según prácticas realizadas sobre la manzanilla (matricaria chamomilla), esta tiene una longitud entre 50-60 cm desde el corte del tallo hasta sus flores, pesa en promedio 30 gr cada corte.

4.1.2. Humedad

El resultado de la humedad en la manzanilla se obtuvo mediante la ayuda de un secador infrarrojo (aparato para medir el contenido de humedad de un producto), donde se encontró que la humedad de las plantas fue la siguiente:

Cuadro IV.1 Humedad de la Manzanilla

Ensayo	Humedad (%)
1	81,28
2	79,36
3	80,12
4	79,43
5	77,54
6	75,61
Prom.	78,89

Fuente: Elaboración propia, 2021

En el ANEXO 3 se encuentran fotografías de las humedades de la manzanilla fresca.

4.2. Materiales Utilizados en Laboratorio

4.2.1. Material Vegetal

La manzanilla utilizada en la investigación se recolectó en el sector de Erquiz de diferentes productores. La variedad y tipo utilizado fue la manzanilla criolla o común que se produce en el sector. Figura IV.1.

Figura IV.1 Manzanilla lista para secar









Fuente: Practica de secado en laboratorio

4.2.2. Material de Laboratorio

Los materiales utilizados en la investigación de laboratorio se detallan a continuación en el cuadro IV.2.

Cuadro IV.2 Material de laboratorio

Nombre	Equipo	Descripción
Secador de bandejas		Secador de tiro forzado Tem. Máxima: 90 °C Controlador manual de temperatura Marca: EuroBras
Secador de bandejas		Secador a bandeja Tem. Maxima: 140 °C Controlador manual de temperatura y velocidad del aire

Estufa de secado		Temp. Máxima: 160 °C Temp. Mínima: 40 °C Controlador manual de temperatura
Balanza analítica		Marca: RADWAG modelo PS 4500.R2 Max. 4500 g Min. 0,5 g e = 0,1 g d = 0,01 g
Bandejas		Se utilizó bandejas para sostener la manzanilla y para ayudar a pesar las muestras
Secador a Infrarrojos		Marca: Sartorius Temp. trabajo: 105 °C

Fuente: Fichas descriptivas de los equipos

4.3. Pruebas de la Manzanilla

Las pruebas que se realizaron fueron de tres temperaturas: 35 °C, 45 °C y 50 °C. No se recomienda utilizar temperaturas más bajas ya que estas igualarían a la temperatura ambiente, y el proceso de secado superaría las 30 horas, de igual manera no se recomienda utilizar temperaturas mayores a los 50 °C, ya que así la manzanilla corre

el riesgo de maltratarse, perdiendo sus propiedades organolépticas, tales como aroma, sabor y color.

Las partes de la manzanilla que se utilizaron fueron flores, hojas y tallo, es decir, toda la planta. Para realizar las pruebas de secado se consideró que el material a utilizar sea cosechado un día antes y además estén libres de algún daño.

En el ANEXO 5 se indican los datos obtenidos en el proceso de secado de la manzanilla a diferentes temperaturas.

4.3.1. Práctica de Secado en Laboratorio

4.3.1.1. Procedimiento

Las pruebas de secado se realizaron para calcular la curva de secado y la curva de velocidad de secado y así determinar el comportamiento del secado de la manzanilla con diferentes temperaturas y diferentes velocidades de aire. Es importante mencionar que, a mayor temperatura, menor el tiempo de secado, de igual manera, a mayor velocidad de aire, menor el tiempo de secado.

- 1.- Conseguir muestras de manzanilla fresca.
- 2.- Encender el secador de bandeja, calibrar la temperatura a (30 °C, 45 °C, 50 °C) y esperar que llegue a la temperatura deseada.
- 3.- Determinar la masa de la muestra de manzanilla en una balanza analítica.
- 4.- Se debe colocar las muestras de manzanilla sobre las bandejas de secado.
- 5.- Encender el ventilador y calibrar la velocidad según lo que se requiera.
- 6.- Cerrar la compuerta del secador y dejar que se inicie el proceso de secado.
- 7.- Se debe pesar la muestra de manzanilla en una balanza analítica cada determinado tiempo (1 h, 0,5 h), es decir, se debe quitar la muestra de manzanilla del secador, proceder a pesarla y volver a llevarla al secador para que continúe el proceso de secado.

8.- Registrar los datos de masa obtenido en el cuadro que se muestra a continuación. Se entiende que la manzanilla esta seca cuando ya no existe variación de masa.

Cuadro IV. 3. Registro de Datos

Tiempo (H)						
Masa (g)						

Fuente: Elaboración propia, 2021

9.- Apagar el secador de bandejas

10.- Determinar las curvas de secado como se muestra más adelante.

4.3.1.2. Primera Prueba

La primera prueba de secado se realizó en el laboratorio de operaciones unitarias, donde se contaba con un secador de tiro forzado, prácticamente un secador de bandejas adaptado. Al ser un secador directo o adiabático, el tipo de transferencia de calor que se emplea es la convectiva.

Es importante mencionar que la fuente de energía para calentar el aire es energía eléctrica.

Para este secado se utilizó 20 g de manzanilla fresca como muestra 1 (para medir el peso por unidad de tiempo) y 110 g de manzanilla fresca como muestra 2 (producto a secar).

Figura IV.2 Muestras del Primer Secado de Manzanilla



Fuente: Practica de secado en laboratorio

Figura IV.3 Primera Practica del Secado de Manzanilla



Fuente: Practica de secado en laboratorio

Se empezó a secar el producto a las 08:30 am y se retiró el producto del secador a las 10:30 a.m del siguiente día, teniendo un periodo de secado de 26 h, todo esto a una temperatura de 35°C y velocidad de aire media-baja.

Cuadro IV.4 Características Iniciales del Secado

Cont. De humedad	77,54%
Muestra 1 (g)	20
Muestra 2 (g)	110
Agua (g)	15,508
Producto seco (g)	4,492
Superficie total (m ²)	0,2

Fuente: Elaboración propia en base a práctica de secado

A continuación, se muestran los resultados de los cálculos realizados para determinar los gráficos de curvas de secado:

Los cálculos que se realizaron fueron a partir de las fórmulas 1.1, 1.10 y 1.11 del capítulo I.

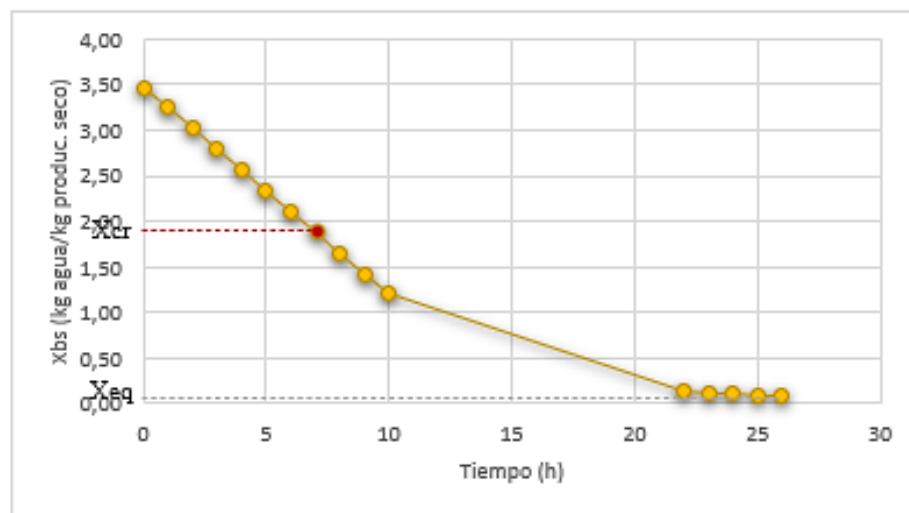
Cuadro IV.5 Secado de Manzanilla a 35 °C

Tiempo (h)	Masa de manzanilla (g)	Humedad en base húmeda (Kg agua/Kg producto húmedo)	Humedad de base seca (g agua/g sólido seco)	Flux de Agua (g de agua/m ² *h)
0	20,00	0,775	3,45	4,50
1	19,10	0,765	3,25	5,10
2	18,08	0,752	3,02	5,20
3	17,04	0,736	2,79	5,25
4	15,99	0,719	2,56	5,20
5	14,95	0,700	2,33	5,15
6	13,92	0,677	2,10	5,10
7	12,90	0,652	1,87	5,10
8	11,88	0,622	1,64	4,95
9	10,89	0,588	1,42	4,65
10	9,96	0,549	1,22	2,03
22	5,08	0,116	0,13	0,30
23	5,02	0,105	0,12	0,25
24	4,97	0,0962	0,11	0,25
25	4,92	0,087	0,10	0,15
26	4,89	0,081	0,09	0,00

Fuente: Fuente: Elaboración propia en base a práctica de secado

Humedad de equilibrio	0,081
Humedad crítica	0,652

Figura IV.4 Curva de Secado a 35 °C

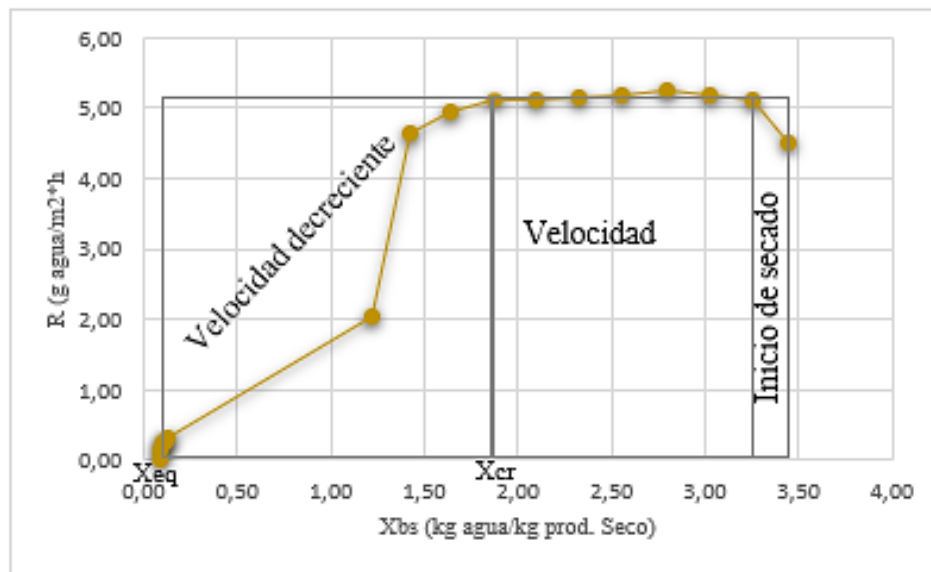


Fuente: Fuente: Elaboración propia en base a práctica de secado

$X_{cr} = 0,652$ (punto donde pasa de velocidad de secado constante a velocidad de secado decreciente).

$X_{eq} = 0,081$ (mínimo contenido de humedad, fin del secado).

Figura IV.5 Curva de Velocidad de Secado a 35 °C



Fuente: Elaboración propia en base a práctica de secado

Se observa que en la primera hora (etapa inicial) la evaporación es muy baja debido a que es una etapa de calentamiento.

Se observa que desde la primera hora hasta la hora 7, el secado se encuentra en el periodo de velocidad constante, si bien las velocidades no son iguales, se pueden considerar constantes por su cercanía.

Se entra al periodo de velocidad constante al finalizar la séptima hora, a partir de ahí se empieza a evaporar la humedad ligada de la manzanilla.

El proceso de secado termina cuando la masa del producto es constante.

A partir de esta práctica se obtuvieron los siguientes datos:

Cuadro IV.6 Resultados Practica 1

MUESTRA 1	
Temperatura	35 °C
Tiempo	26 h
Humedad inicial	77,54 %L
Humedad Final	7,9 %L
Masa inicial	20 g
Masa Final	4,6 g
MUESTRA B	
Masa inicial	110 g
Masa final	25,29 g

Fuente: Práctica de secado en base a práctica de secado

Como se puede apreciar en el cuadro IV.5 el tiempo de secado es de 26 h llegando a una humedad de 7,9 %L (dato obtenido con la ayuda del secador a infrarrojos).

Debido al prolongado tiempo que se necesita para llegar a la humedad de manzanilla deseada (alrededor de 5% de humedad), se opta por secar la manzanilla a temperaturas más elevadas, ya que 35°C es cercano a la temperatura ambiente.

4.3.1.3. Segunda Prueba:

La segunda prueba de secado se realizó en el laboratorio de alimentos, debido a que en este se encuentra un secador a bandejas con regulador de temperatura y de flujo de aire. Al ser un secador directo o adiabático, el tipo de transferencia de calor que se emplea es la convectiva.

Es importante mencionar que la fuente de energía para calentar el aire es energía eléctrica, igual al primer secador.

Para este secado se utilizó 10,02 g de manzanilla fresca como muestra 1 (para medir el peso por unidad de tiempo) y 130,02 g de manzanilla fresca como muestra 2 (producto a secar).

Figura IV.6 Muestra de la Segunda Prueba de Manzanilla



Fuente: Práctica de secado en laboratorio

Figura IV.7 Segunda Prueba de Secado de Manzanilla



Fuente: Práctica de secado en laboratorio

Se empezó a secar el producto a las 08:30 am y se retiró el producto del secador a las 04:00 pm, teniendo un periodo de secado de 7 h, todo esto a una temperatura de 45°C y una velocidad de 4 m/s.

Cuadro IV.7 Características Iniciales del Secado

Cont. De humedad	83%
Agua	8,3166
Producto seco	1,7034
Superficie total (m ²)	0,315

Fuente: Práctica de secado en base a práctica de secado

Cuadro IV.8 Secado de Manzanilla a 45 °C

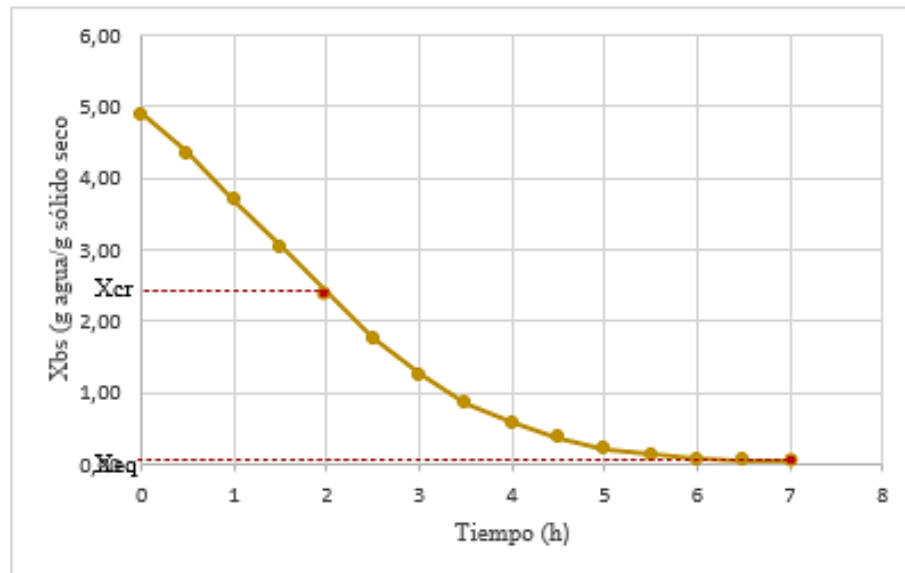
Tiempo (H)	Masa de manzanilla (g)	Humedad en base húmeda (g agua/g producto húmedo)	Humedad de base seca (g agua/g sólido seco)	Flux de agua (g de agua/m ² *h)
0	10,02	0,830	4,88	5,90
0,5	9,09	0,813	4,34	6,98
1	7,99	0,787	3,69	7,05
1,5	6,88	0,752	3,04	6,98
2	5,78	0,705	2,39	6,92
2,5	4,69	0,637	1,75	5,52
3	3,82	0,554	1,24	4,19
3,5	3,16	0,461	0,86	2,98
4	2,69	0,367	0,58	2,29
4,5	2,33	0,269	0,37	1,65
5	2,07	0,177	0,22	0,89
5,5	1,93	0,117	0,13	0,63
6	1,83	0,069	0,07	0,25
6,5	1,79	0,048	0,05	0,06
7	1,78	0,043	0,04	0,00
7,5	1,78	0,043	0,04	0,00

Fuente: Elaboración propia en base a práctica de secado

Humedad crítica	0,705
Humedad de equilibrio	0,043

La humedad de equilibrio es el mínimo contenido de humedad en el cual el material se puede secar, mientras que la humedad crítica es cuando el secado pasa de velocidad constante a velocidad decreciente.

Figura IV.8 Curva de Secado a 45 °C

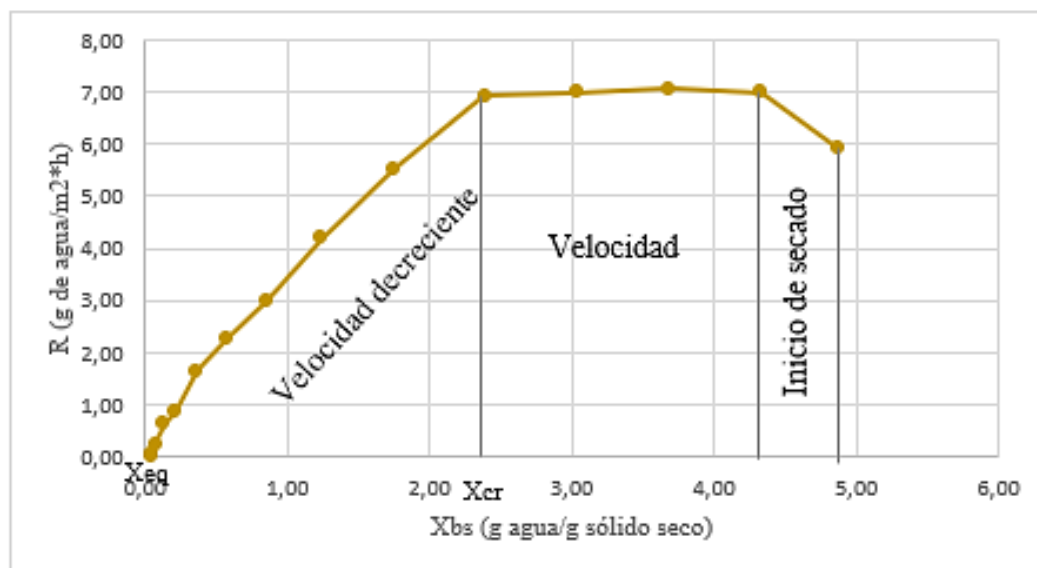


Fuente: Elaboración propia en base a práctica de secado

$X_{cr} = 0,705$ (punto donde pasa de velocidad de secado constante a velocidad de secado decreciente).

$X_{eq} = 0,043$ (mínimo contenido de humedad, fin del secado).

Figura IV.9 Curva de Velocidad de Secado a 45 °C



Fuente: Elaboración propia en base a práctica de secado

Se observa que en la primera media hora (etapa inicial) la evaporación es muy baja debido a que es una etapa de calentamiento.

Se observa también que después de los primeros 30 min hasta la hora 2 el secado se encuentra en el periodo de velocidad constante, si bien las velocidades no son iguales, se pueden considerar constantes por su cercanía.

Se entra al periodo de velocidad constante al finalizar las 2 horas, a partir de ahí se empieza a evaporar la humedad ligada de la manzanilla y el secado culmina a las 7 horas.

A partir de esta práctica se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro IV.9 Resultados Practica 2

MUESTRA 1	
Temperatura	45 °C
Tiempo	7 h
Humedad inicial	83 %L
Humedad Final	4,97 %L
Masa inicial	10,02 g
Masa Final	1,78 g
Velocidad del aire	4 m/s
MUESTRA B	
Masa inicial	130,02 g
Masa final	23,13 g

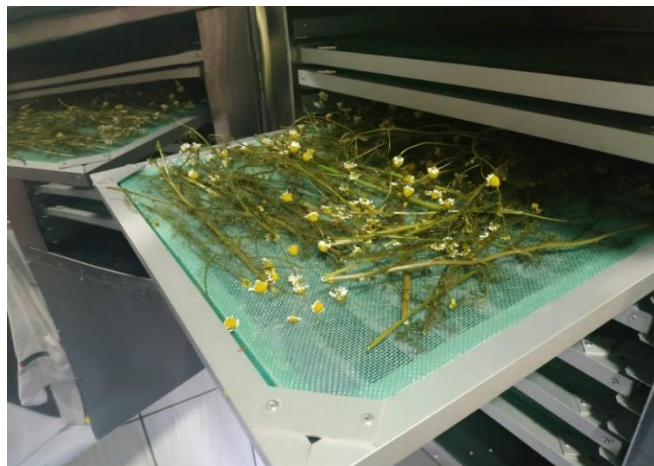
Fuente: Elaboración propia en base a práctica de secado

Realizando una comparativa entre el cuadro IV.5 y el IV.8 se observa que la diferencia de tiempos de secado es bastante amplia, ya que en este último el secado alcanza un tiempo de secado de 7 h y se obtiene una humedad final de 4,97 %L.

4.3.1.4. Tercera Prueba de Secado

La tercera prueba de secado se realizó en un deshidratador industrial marca “*kimstar*” con conexión a gas para el quemador, y conexión eléctrica para la ventilación, además cuenta con control de temperatura y no así con control de velocidad de aire ya que este cuenta con un flujo de aire constante, del mismo modo, al ser un secador directo o adiabático, el tipo de transferencia de calor que se emplea es la convectiva.

Figura IV.10 Muestra de la Tercera Prueba de Manzanilla



Fuente: Práctica de secado

Figura IV.11 Tercera Práctica de Secado de Manzanilla



Fuente: Práctica de secado

Para este secado se utilizó 19,01 g de manzanilla fresca como muestra 1 (para medir el peso por unidad de tiempo) y 983,22 g de manzanilla fresca como muestra 2 (producto a secar).

Cuadro IV.10 Características Iniciales del Secado

Cont. De humedad	79,40%
Agua	15,09394
Producto seco	3,92
Superficie total (m2)	0,3

Fuente: Práctica de secado

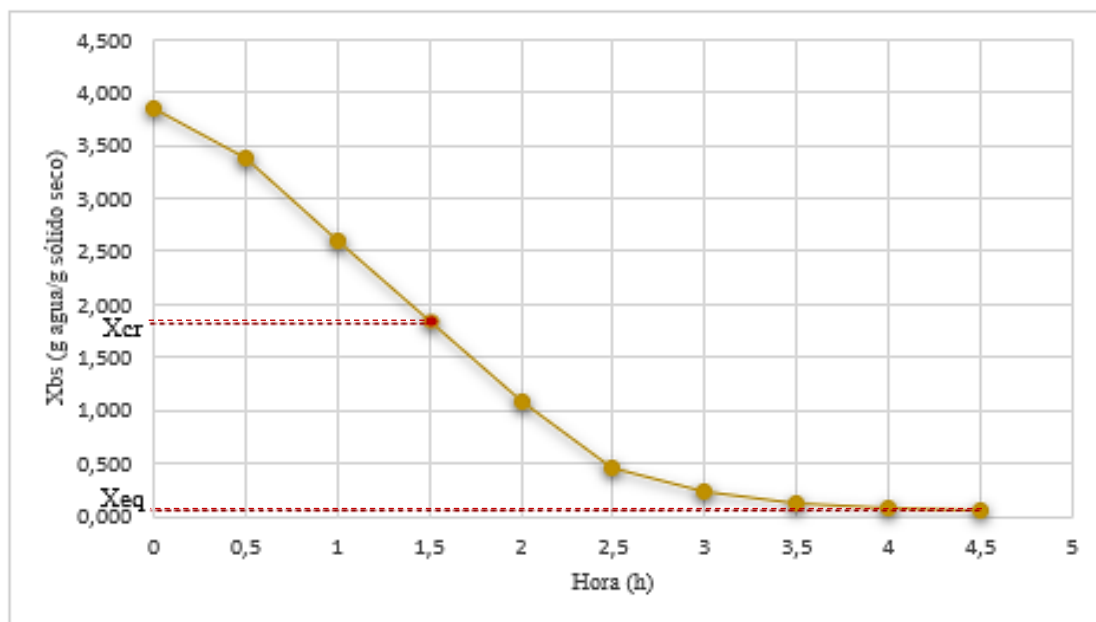
Cuadro IV.11 Secado de Manzanilla a 50 °C

Tiempo (H)	Masa de manzanilla (g)	Humedad en base húmeda (%)	Humedad de base seca (g agua/g sólido seco)	Flux de agua (g de agua/m ² *h)
0	19,01	0,794	3,854	12,60
0,5	17,12	0,771	3,372	19,87
1	14,14	0,723	2,611	20,20
1,5	11,11	0,648	1,837	19,93
2	8,12	0,518	1,074	15,93
2,5	5,73	0,317	0,463	5,93
3	4,84	0,191	0,236	2,80
3,5	4,42	0,114	0,129	1,47
4	4,20	0,068	0,073	0,53
4,5	4,12	0,050	0,052	0,00

Fuente: Elaboración propia en base a práctica de secado

Humedad de equilibrio	0,052
Humedad crítica	1,837

Figura IV.12 Curva de Secado a 50 °C

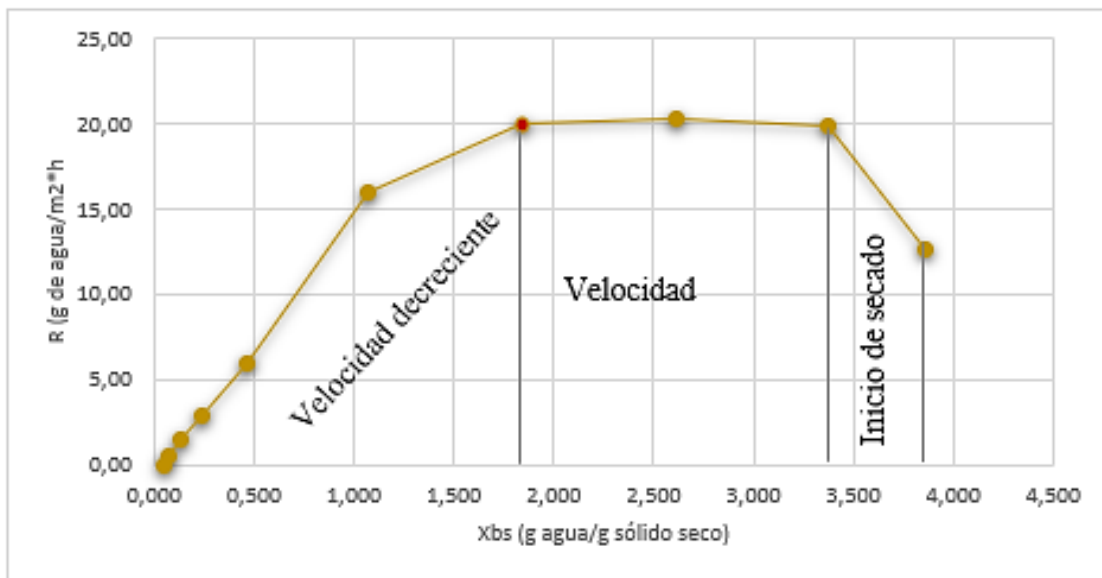


Fuente: Elaboración propia en base a práctica de secado

$X_{cr} = 1,837$ (punto donde pasa de velocidad de secado constante a velocidad de secado decreciente).

$X_{eq} = 0,052$ (mínimo contenido de humedad, fin del secado).

Figura IV.13 Curva de Velocidad de Secado a 50 °C



Fuente: Elaboración propia en base a práctica de secado

Se observa que en la primera media hora (etapa inicial) la evaporación es muy baja debido a que es una etapa de calentamiento.

Se observa que después de los primeros 30 min hasta la hora 1,5 el secado se encuentra en el periodo de velocidad constante, si bien las velocidades no son iguales, se pueden considerar constantes por su cercanía.

Se entra al periodo de velocidad constante al finalizar la hora y media, a partir de ahí se empieza a evaporar la humedad ligada de la manzanilla y el secado culmina a las 4 horas y media.

A partir de esta práctica se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro IV.12 Resultados Practica 3

MUESTRA 1	
Temperatura	50 °C
Tiempo	4,5 h
Humedad inicial	78 %L
Humedad Final	5,94 %L
Masa inicial	19,01 g
Masa Final	4,58g
Velocidad de aire	Media (5-8 m/s)
MUESTRA B	
Masa inicial	983, 22 g
Masa final	241,75 g

Fuente: Elaboración propia en base a práctica de secado

El resultado de la práctica arroja que a una temperatura de 50 °C se alcanza una humedad de 5,94 %L en un tiempo de 4,5 h.

Se observa que, si se eleva la temperatura a 5 °C de la anterior práctica y además se aumenta la velocidad de aire, se llega a reducir el tiempo de secado a la mitad.

4.3.1.5. Pruebas Adicionales

Es importante mencionar que se realizaron pruebas de secado de la manzanilla a temperaturas más elevadas, 55 °C para ser exactos, esta práctica se realizó en el laboratorio de Fitopatología de la carrera de Ing. Forestal y Agronomía.

En este laboratorio se contó con una estufa de secado u horno de secado que opera mediante convección forzada.

Una de las cosas más importantes que se observó es que al no contar con un flujo de aire caliente, el secado se tornó más lento.

Figura IV.14 Estufa de Secado



Fuente: Práctica de secado en laboratorio

El secado consistió en generar calor seco a una temperatura de $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $57\text{ }^{\circ}\text{C}$, sin ningún tipo de generación de aire, se introdujo una muestra de 102 g de manzanilla.

Figura IV.15 Estufa de Secado



Fuente: Práctica de secado en laboratorio

Se observó que en el transcurso del secado el tallo de la manzanilla fue adquiriendo un color oscuro, el centro de la flor empezó a tornarse de café, lo que indicaba que la manzanilla empezaba a querer quemarse, por esta razón se decidió concluir con la práctica y se estableció un límite de temperatura de secado para la manzanilla de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $52\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Figura IV.16 Muestra de Secado a 55 °C



Fuente: Práctica de secado

4.3.2. Análisis Microbiológico

Se mandó a analizar una muestra de 40 gr al laboratorio CEANID para observar las condiciones microbiológicas de la manzanilla con el secado artificial y secado natural, en el ANEXO 7 se puede ver las muestras mandadas a analizar.

Se realizaron análisis de dos muestras; una muestra del secado artificial, y otra muestra del secado natural (muestra brindada por un productor de manzanilla). Solicitud de análisis ver ANEXO 8.

Se solicito análisis de los siguientes parámetros:

- Ceniza
- Bacterias aerobias mesófilas
- Enterobacterias
- Escherechia coli
- Mohos y levaduras
- Salmonella

Figura IV.17 Análisis microbiológico Secado Natural

INFORME DE ENSAYO					
I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE					
Cliente:	Mariana Guzman				
Solicitante:	Mariana Guzman				
Dirección:	Comunidad Erquiz				
Teléfono/Fax:	73453028	Correo-e	*****	Código	AL 315/21
II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA					
Descripción de la muestra:	Manzanilla secado natural				
Código de muestreo:	M 1	Fecha de vencimiento:	*****	Elab:	****
Fecha y hora de muestreo:	2021-10-02				
Procedencia (Localidad/Prov/ País):	Erquiz - Mendez - Tarija Bolivia				
Lugar de muestreo:	Lugar de producción				
Responsable de muestreo:	Mariana Guzman				
Código de la muestra:	1150 FQ 832 MB 517	Fecha de recepción de la muestra:	2021-10-21		
Cantidad recibida:	40 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2021-10-21 al 2021-11-08		
III. RESULTADOS					
PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LIMITES PERMISIBLES Min. Max.	REFERENCIA DE LOS LIMITES
Ceniza	NB 39034:10	%	6,81	Sin Referencia	Sin Referencia
Bacterias aerobias mesófilas	NB 32003:05	UFC/g	$7,9 \times 10^4$	1×10^5	NTE INEN 2392
Enterobacterias	NB 32014:04	UFC/g	$< 1,0 \times 10^3$ (*)	Sin Referencia	Sin Referencia
Escherichia coli	NB 32005:02	UFC/g	$< 1,0 \times 10^3$ (*)	0	RSA PERU
Mohos y levaduras	NB 32006:02	UFC/g	$8,3 \times 10^4$	1×10^3	RSA PERU
Salmonella	NB 32007:03	P/A/25g	Ausencia	Ausencia	RSA PERU
NB - Norma Boliviana		NTE - Norma Técnica Ecuatoriana		P/A - Presencia/Ausencia	
UFC/g - Unidades formadoras de colonias por gramo		INEM - Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización		ASAP - Reglamento Sanitario Alimentario Perú	
(*) - No se observó desarrollo de colonias		< - Menor Que		% - Porcentaje	
1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio					
2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID					
3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministradas por el cliente					

Fuente: Centro de Análisis, investigación y Desarrollo "CEANID"

Figura IV.18 Análisis microbiológico Secado Artificial

INFORME DE ENSAYO						
I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE						
Cliente:	Mariana Guzman					
Solicitante:	Mariana Guzman					
Dirección:	Comunidad Erquiz					
Teléfono/Fax:	73453028	Correo-e:	*****	Código:	AL 315/21	
II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA						
Descripción de la muestra:	Manzanilla secado artificial					
Código de muestreo:	M 2	Fecha de vencimiento:	*****	Elab:	****	
Fecha y hora de muestreo:	2021-10-02					
Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto):	Erquiz - Mendez - Tarija Bolivia					
Lugar de muestreo:	Lugar de producción					
Responsable de muestreo:	Mariana Guzman					
Código de la muestra:	1151 FQ 833 MB 518	Fecha de recepción de la muestra:	2021-10-21			
Cantidad recibida:	40 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2021-10-21 al 2021-11-08			
III. RESULTADOS						
PARÁMETRO	TÉCNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Min.	Max.	
Ceniza	NB 39034:10	%	7,98	Sin Referencia		Sin Referencia
Bacterias aerobias mesófilas	NB 32003:05	UFC/g	$9,2 \times 10^3$	1×10^5		NTE INEN 2392
Enterobacterias	NB 32014:04	UFC/g	$< 1,0 \times 10^3$ (*)	Sin Referencia		Sin Referencia
Escherichia coli	NB 32005:02	UFC/g	$< 1,0 \times 10^3$ (*)	0		RSA PERU
Mohos y levaduras	NB 32006:02	UFC/g	$5,6 \times 10^3$	1×10^3		RSA PERU
Salmonella	NB 32007:03	P/A/25g	Ausencia	Ausencia		RSA PERU
<small> NB: Norma Boliviana UFC/g: Unidad formadora de colonias por gramo (*): No se observa desarrollo de colonias NTE: Norma Técnica Ecuatoriana INEN: Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización <: Menor Que P/A: Presencia/Ausencia RSAP: Reglamento Sanitario Alimentario Perú %: Porcentaje </small>						
1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente						

Fuente: Centro de Análisis, investigación y Desarrollo “CEANID”

De acuerdo con los análisis microbiológicos realizados por el CEANID se observa que, al tener un control sobre los parámetros de secado, la manzanilla sale menos contaminada con “**bacterias aerobias mesófilas**” y con “**mohos y levaduras**”.

Según los resultados de los análisis microbiológicos, la calidad de la manzanilla aumenta con el secado artificial, ya que se tiene un mejor cuidado de la planta al momento de secarla.

4.3.3. Análisis Organoléptico

Se realizó un análisis de la manzanilla con la ayuda de productores de la zona, mediante el uso de los sentidos de la vista, olfato, gusto y tacto. Este análisis se realizó a tres muestras para realizar una comparativa de los tres diferentes secados.

Cuadro IV.13 Análisis del Color de la Manzanilla Seca

Color						
Tipo de Secado	Descripción	1	2	3	4	5
Secado Artificial	Verde oscuro					x
Secado natural bajo sombra	Amarillo verdoso		x	x		
Secado natural al sol	café-amarillo	x				

Fuente: Productores de la zona

Cuadro IV.14 Análisis del Aroma de la Manzanilla Seca

Aroma						
Tipo de Secado	Descripción	1	2	3	4	5
Secado Artificial	Aromático				x	
Secado natural bajo sombra	Aromático				x	
Secado natural al sol	Aromático			x		

Fuente: Productores de la zona

Cuadro IV.15 Análisis del Sabor de la Manzanilla Seca

Sabor						
Tipo de Secado	Descripción	1	2	3	4	5
Secado Artificial	Agradable			x		
Secado natural bajo sombra	Agradable			x		
Secado natural al sol	Agradable			x		

Fuente: Productores de la zona

Cuadro IV.16 Análisis del Textura de la Manzanilla Seca

Textura						
Tipo de Secado	Descripción	1	2	3	4	5
Secado Artificial	Frágil-quebradizo				x	
Secado natural bajo sombra	Frágil-quebradizo				x	
Secado natural al sol	Quebradizo					x

Fuente: Productores de la zona

Los cambios organolépticos de la manzanilla deshidratada son muy visibles y se aprecia solo al sentirlas.

La manzanilla deshidratada presenta un cambio de color notorio, pues antes de su deshidratado ésta presenta un color verde, una vez pasando por el proceso de secado

natural, pasa a decolorarse ligeramente si el secado es natural bajo sombra, si el secado es bajo sol directo, la manzanilla tiende a decolorarse en un tono café-amarillo, por el contrario, con el secado artificial la manzanilla intensifica su color a un verde oscuro.

El proceso de secado hace que el aroma de la manzanilla se intensifique siendo más agradable al sentido del olfato.

Del mismo modo, el sabor aumenta, pues la manzanilla fresca suele tener un sabor ligeramente amargo, ya pasando por el proceso de secado el sabor pasa a ser un tanto dulce y agradable.

En cuanto a la textura, esta pasa a ser muy frágil, las flores se caen y el tallo y hojas se quebrantan fácilmente, también se observa que el tamaño se reduce.

4.4. Tamaño

4.4.1. Factores que Definen el Tamaño

El tamaño del proyecto hace referencia a la capacidad de producción de manzanilla, sobre todo, en el proceso de secado del producto durante la vigencia del proyecto.

4.4.1.1. Dimensión del Mercado

De acuerdo con los datos históricos de demanda de manzanilla (Cuadro II.4) por parte de la fábrica Windsor, se procede a realizar las proyecciones correspondientes a través del método de regresión lineal, detallado en el ANEXO 4.

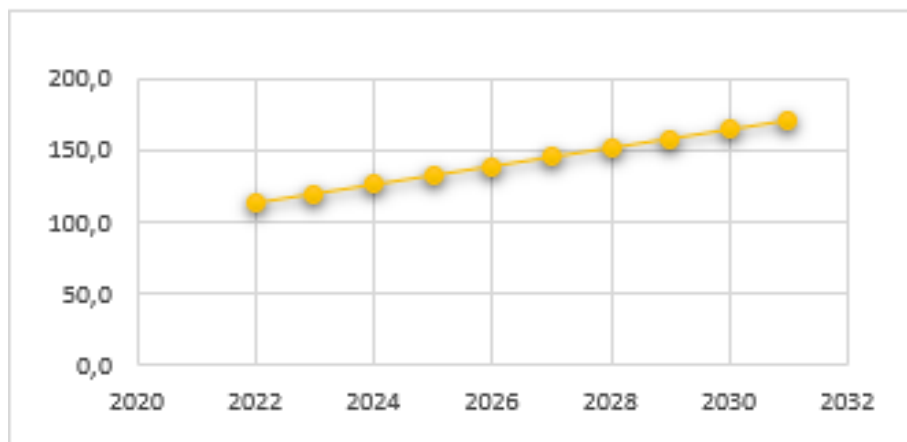
Cuadro IV.17 Proyección de la producción de manzanilla

Año	Demanda (Tn)
2022	113
2023	119
2024	126
2025	132
2026	139
2027	145
2028	151
2029	158
2030	164
2031	171

Fuente: Elaboración Propia, 2021

A continuación, se muestra la gráfica de la proyección de la producción:

Figura IV.19 Proyección de la producción



Fuente: Elaboración propia, 2021

4.4.1.2. Capacidad Financiera

Para la realización de este proyecto se busca adquirir un préstamo del Banco de Desarrollo Productivo, este préstamo deberá ser amortizado por todos los asociados con montos acordes a su producción.

De esta manera se busca que el financiamiento económico del proyecto sea mediante un crédito al banco del 50% del total de los activos y de los socios productores de manzanilla, dando una contraparte del 50 % de la inversión en activos.

En el caso de los miembros productores de la asociación, estos deberán aportar en la inversión un monto que esté acorde a su capacidad productiva, es decir; no todos aportarán el mismo porcentaje de dinero.

4.4.1.3. Existencia y Eficiente Suministro de Servicios

El suministro de servicios básicos que requiere el proyecto está garantizado, ya que existe en la comunidad la disponibilidad de los servicios públicos de agua potable, energía eléctrica, gas domiciliario y servicio de internet.

4.4.1.4. Transporte

El transporte solo cumple un rol importante en el traslado del producto hacia el mercado consumidor, que en su caso es mayormente al departamento de La Paz y Santa Cruz.

La comunidad de Erquiz cuenta con una carretera en perfectas condiciones, el cual no afecta en lo absoluto en la producción o distribución de manzanilla.

4.4.2. Capacidad de Secado Diseñada, Instalada y Utilizada

4.4.2.1. Capacidad Diseñada

La capacidad diseñada del proyecto se determina en base a los cálculos realizados en el ANEXO 13 (Distribución de planta), en donde los resultados son los siguientes:

$$\text{Cap. Diseñada de Bandeja} = \frac{750,04 \text{ kg} * 8,16 \text{ m}^3}{8 \text{ m}^3} = 765,04 \text{ kg}$$

$$\text{Cap. Diseñada Total} = 765,04 * 9 = 6.885,36 \longrightarrow \text{Manzanilla fresca}$$

$$\text{Cap. Diseñada Total} = \frac{6.885,36 \text{ kg} * 0,21}{0,95} = 1.522,03 \text{ kg/día}$$

4.4.2.2 Capacidad Instalada

La capacidad instalada del proyecto está dada por la proyección de producción de manzanilla del cuadro III.1, que en términos de Cantidad para el último año previsto (2031) es de 170.700 kg/año, lo que sería equivalente a 1.484,35 kg/día, entonces, la producción en condiciones ideales sería de 1.500 kg/día.

De acuerdo con la ecuación (1.23) se determina la Eficiencia para el primer año (2021) y el último año (2031).

Primer año (2022):

$$\text{Producción real}_{2022} = 112.900 \text{ kg/año}$$

$$\text{Capacidad instalada} = 172.500 \text{ kg/año}$$

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{112.900 \text{ kg/año}}{172.500 \text{ kg/año}} * 100\%$$

$$\text{Eficiencia (\%)} = 0,654 = \mathbf{65,4\%}$$

Último año (2031):

Producción real₂₀₃₁ = 170.700 kg/año

Capacidad instalada = 172.500 kg/año

$$Eficiencia (\%) = \frac{170.700 \text{ kg/año}}{172.500 \text{ kg/año}} \times 100\%$$

$$Eficiencia (\%) = 0,9896 = \mathbf{98,96\%}$$

4.4.2.3. Capacidad Utilizada:

Se determinará el indicador de utilización, cuya expresión de cálculo es la ecuación (1.21), entonces se tiene que:

Producción real₂₀₂₂ = 112.900 kg/año

Capacidad diseñada = 175.033 kg/año

$$Utilización (\%) = \frac{112.900 \text{ kg/año}}{175.033 \text{ kg/año}} \times 100\%$$

$$Utilización (\%) = 0,6450 = \mathbf{64,5\%}$$

Producción real₂₀₃₁ = 170.700 kg/año

Capacidad diseñada = 175.033 kg/año

$$Utilización (\%) = \frac{170.700 \text{ kg/año}}{175.033 \text{ kg/año}} \times 100\%$$

$$Utilización (\%) = 0,9752 = \mathbf{97,52\%}$$

4.5. Localización

El desarrollo del proyecto estará ubicado en la comunidad de Erquiz, ya que ahí es donde se encuentra la mayor parte de la producción agrícola, tiene esta ubicación debido a que el mercado se encuentra bastante lejos del sector productivo y el costo de transporte sería demasiado alto por el volumen de la manzanilla húmeda, aparte que por la distancia la manzanilla debe tener un proceso previo para no dañarse. Por lo tanto, el factor dominante es la disponibilidad de espacio/terreno, en cuanto a servicios,

mano de obra, transporte, distribución y otros es indiferente debido a que cualquier ubicación dentro de la comunidad será similar.

Cuadro IV.18 Localización del Terreno

FACTORES CUALITATIVOS	PESO %	ERQUIZ NORTE		ERQUIZ OROPEZA	
		Calif.	Pond.	Calif.	Pond.
Costo del terreno	30	8	2,4	9	2,7
Cercanía a la carretera	15	9	1,35	8	1,2
Topografía del terreno	20	9	1,8	7	1,4
Lugar céntrico	15	4	0,6	6	0,9
Disponibilidad de espacio	20	9	1,8	7	1,4
TOTAL	100		7,95		7,6

Fuente: Elaboración propia, 2021

Por todo lo anteriormente mencionado y por la disponibilidad de terreno, se plantea la siguiente ubicación:

Figura IV.20 Ubicación del Terreno



Fuente: Google Earth

4.5.1. Aspectos Técnicos

- a) **Extensión del terreno:** el terreno disponible para establecer las instalaciones necesarias de la planta de secado es de 304 m² aproximadamente.

Figura IV.21 Extensión del Terreno



Fuente: Google Earth

b) Descripción de los Edificios para construir

- Sala de secado: 144 m²
- Sección de manzanilla seca 15 m²
- Área de almacenamiento de producto 21 m²
- Sección molienda 2 m²
- Depósito de herramientas y equipos 6 m²
- Baño 4 m²

c) Mecánica de Suelos

En el siguiente cuadro se muestra de manera sintetizada las características del suelo en San Lorenzo:

Cuadro IV.19 Caracterización de Suelos

Serie	Profundidad	Textura	PH	CIC	Na	P	N (%)	M.O. (%)	Erosion
San Lorenzo	Profundos, imperfectamente drenados	Franco arcillo limoso	6.2-6.4	Moderado a bajo	Moderado	Moderado a bajo	0.13	2.7	No significativo

Fuente: PDM San Lorenzo

d) Topografía del terreno

La comunidad de Erquiz se divide en cuatro cantones cuyas altitudes medias son de:

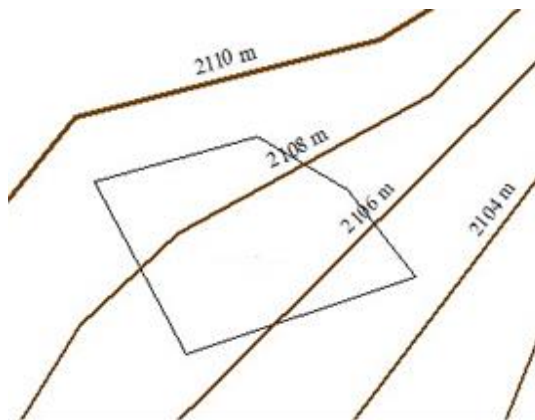
Cuadro IV.20 Detalle de Altitud de la Comunidad

Distrito		OTB (Comunidad)	Altura (m.s.n.m.)
2	Tomatitas	Erquiz Oropeza	2.102
		Erquiz Sud	2.046
		Erquiz Norte	2.067
		Erquiz Ceibal	2.147

Fuente: Boletas Comunales: 2007

Con respecto a la ubicación de la planta de secado, esta tiene las siguientes altitudes:

Figura IV.22 Altitudes del Terreno



Fuente: Elaboración propia, 2021

Como se puede observar en la figura el terreno no necesita de mucha intervención de maquinaria ya que este se encuentra medianamente nivelado.

e) Servicios

Al encontrarse sobre la carretera a Erquiz, el terreno cuenta con la facilidad de instalación de los servicios de agua, electricidad y gas.

4.6. Descripción Proceso Seleccionado

El proceso de producción de manzanilla seca (materia prima) comprende el siguiente proceso:

4.6.1. Recepción.

Una vez cosechada la manzanilla de manera manual, se procede a transportarla a la planta de secado, ahí se le realiza una inspección visual del cultivo.

La manzanilla es recibida y clasificada para luego dar comienzo al proceso de secado. Se descartan las plantas que estén con manchas, impurezas o contengan restos de residuos, también se separan los desperdicios, el procedimiento de la recepción es la siguiente:

Procedimiento:

Para la recepción de la manzanilla se deben realizar los siguientes en orden bajo la supervisión del productor en turno.

- 1.- Antes de entrar a la sala de secado, los trabajadores deben estar vestidos adecuadamente, esto implica, overol, mascarilla, gorro y botas de trabajo.
- 2.- La manzanilla se descargará del vehículo y será transportada a mano por los trabajadores hacia las bandejas de secado.
- 3.- Una vez se encuentre toda la manzanilla en las diferentes bandejas de secado, se procede a distribuirla para que tenga un secado uniforme.
- 4.- Inspeccionar la manzanilla, esta debe estar libre de desechos e impurezas.
- 5.- Se seleccionan y separan los desperdicios que se encontraron en la etapa de inspección.

4.6.2. Secado

El secado se realiza extendiendo la manzanilla en las 9 bandejas de malla dentro de la sala de secado, la temperatura estará entre los 45 °C a 50 °C, con un flujo de aire medio.

La manzanilla ingresa a la sala de secado con un porcentaje de humedad del 75 % al 80 %, y debe salir con un porcentaje de humedad inferior al 5 % durante un periodo de 12 a 14 horas.

Cada cierto de tiempo los trabajadores deberán ingresar a la sala de secado para volver a dispersar la manzanilla, con el fin de que se logre un secado uniforme y rápido.

Procedimiento para el secado

Para empezar con el proceso de secado se deben realizar los siguientes en orden bajo la supervisión del productor en turno.

- 1.- Encender los equipos.
2. Secado durante 4 horas sin interrupción, durante ese periodo una persona deberá estar supervisando los sensores temperatura (temperatura a un rango de 45 °C y 50 °C).
- 3.- Ingresar a la sala de secado y encender las luces, deben ingresar un mínimo de 3 personas para que cada uno se haga cargo de un tercio de la producción.
4. Los trabajadores deben realizar una redistribución de la manzanilla, durante este proceso la puerta de la sala de secado deberá permanecer abierta. Este procedimiento se deberá realizar cada 4 hs, hasta que se considera que la manzanilla esta seca (se estima que el proceso puede tardar entre 12 a 14 horas).
- 5.- Se verifica si ya está la manzanilla seca, al salir se deben apagar las luces.
- 6.- Se apagan los equipos.

Procedimiento para de desalojo de manzanilla seca

Para empezar con el desalojo de la manzanilla de la sala de secado se deben realizar los siguientes en orden bajo la supervisión del productor en turno.

- 1.- La manzanilla estará por lo menos de media hora a una hora reposando en la sala de secado una vez se apaguen los equipos.
- 2.- Se procede a desalojar la manzanilla de las bandejas de secado y se las transportara al área de molienda y envasado, este procedimiento se realiza de manera manual.
- 3.- Se deben dejar las bandejas totalmente libres de plantas o residuos, es decir, limpias, el piso también se debe dejar debidamente limpio.

4.6.3. Molienda

Se realiza la molienda con un molino de martillo, obteniendo productos que van desde 4 a 0,2 mm o incluso partículas aún más pequeñas. El producto es recopilado en bolsas de polipropileno.

4.6.4. Empaque

La manzanilla se empaca en bolsas de polipropileno de 35 kg, se pesa en la balanza de pie y se procede a registrar en el formulario correspondiente, este se trata de un registro de producción cuya información principal será la siguiente; fecha de producción, peso (en kg), nombre del productor y número de lote (ver registro en ANEXO 12).

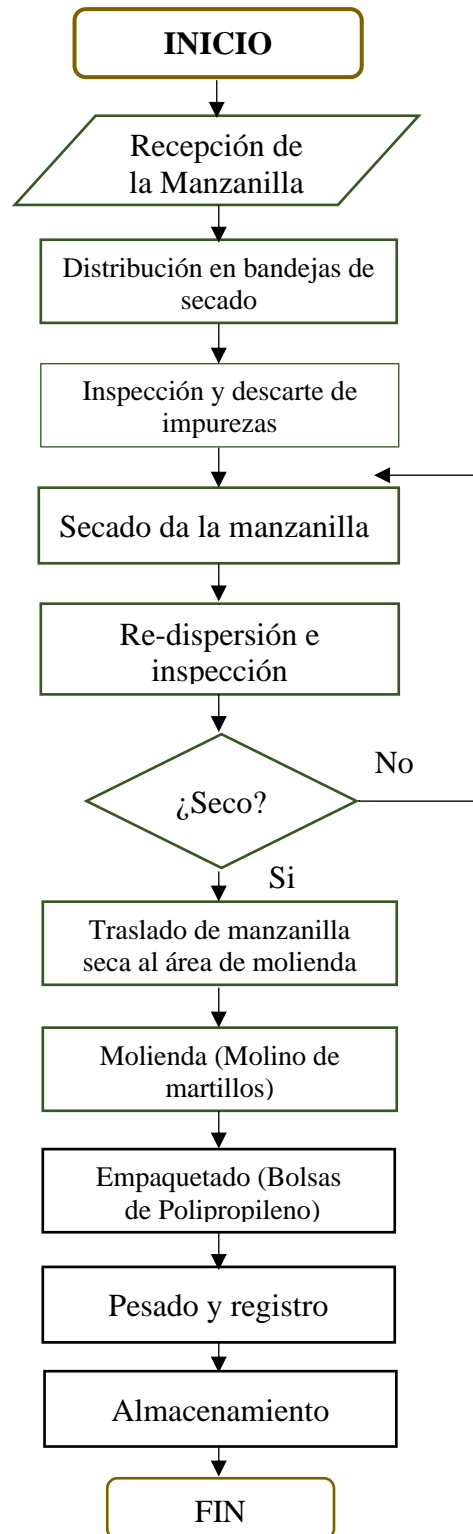
4.6.5. Almacenamiento

El producto debe ser pesado en una balanza industrial y registrado, para posteriormente ser guardado en el área de almacenamiento solo por un tiempo corto, ya que, al contar cada productor con un lugar propio de almacenamiento, cada uno seguirá haciéndose cargo de guardar su manzanilla en sus propios almacenes (un lugar protegido de la luz, fresco y cerrado, que cuida el producto de altas temperaturas y humedad).

4.7. Diagramas de Flujo.

Se presenta a continuación, en la figura IV.9 el proceso de post cosecha con el sistema propuesto de secado de la manzanilla, este proceso implica el secado, la molienda, el envasado, registro y el almacenamiento.

Figura IV.23 Flujograma del proceso de Secado



Fuente: Elaboración propia, 2022

La segunda inspección en el diagrama de flujo se realiza a la par con la re-dispersión, ya que en ese momento se tiene un contacto directo con la manzanilla, ahí se comprueba si esta seca o si se deja secar un tiempo más.

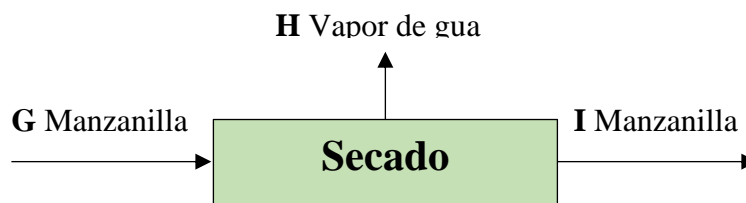
Se establece que la manzanilla termina su proceso de secado cuando el último análisis de humedad marque $5\% \pm 0,5$.

4.8. Balances de Materia y Energía.

4.8.1. Balance de Masa

Se considera que la planta ingresa con un 78,89 % de humedad en promedio (dato obtenido de las pruebas de laboratorio) y sale a un 4 o 6 % de humedad con una temperatura entre los 45 °C y 50 °C (detalle del balance en el ANEXO 9).

Figura IV.24 Balance de Masa



$$I = 1.500 \text{ kg}$$

$$G = 6.750 \text{ kg}$$

$$H = 5.250 \text{ kg}$$

4.8.2. Balance de Energía

El tipo de transferencia de calor que será estudiado se denomina convección forzada, ya que se trabaja con mecanismos artificiales, tales como calventores y ventiladores, estos serán los encargados de distribuir de manera uniforme el flujo de aire caliente a través de la manzanilla, como se trata de un producto sólido, se habla propiamente de convección forzada interna.

El fluido que se quiere eliminar, en este caso agua, se encuentra atrapado en la planta de manzanilla manteniéndolo concentrado, mediante la ayuda del flujo de aire caliente se causará una rápida elevación de temperatura y posterior evaporación.

En el proceso de secado el aire caliente circulará a través de un lecho de sólidos granulares, es este caso plantas de manzanilla que estará soportado sobre una malla milimétrica que funciona como tamiz, el proceso recibe el nombre de: secado con circulación a través del sólido.

Cálculos:

En el proceso de secado de la manzanilla se debe llegar a un 5 % de humedad, retirando 1.500 kg de producto seco y 5.250 kg de vapor de agua, en el proceso de secado se utiliza la energía suficiente para subir el producto a 47,5 °C. La información detallada se encuentra en el ANEXO 10.

Datos:

$$\text{Calor específico de la manzanilla} = 3,615 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\text{Calor latente de evaporación del agua} = 2.257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{Temperatura media de secado} = 47,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Entonces:

$$Q_s = m_{pf} * C_p * (T_f - T_i) \longrightarrow \text{Calor sensible}$$

$$Q_l = m_v * h_{fg} \longrightarrow \text{Calor latente}$$

$$Q_t = Q_s + Q_l$$

Donde:

$$m_{pf} = \text{Masa producto} = 6.750,35 \text{ kg}$$

$$m_v = \text{Masa de vapor de agua} = 5.250,35 \text{ kg}$$

Calor útil para secar la manzanilla:

$$Q = Q_s + Q_l$$

$$Q_t = 6.750,35 \text{ kg} * 3,615 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * ^\circ\text{C}} * (47,5^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + 5.250,35 \text{ kg} * 2.257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$Q_t = 671.079,17 \text{ kJ} + 11.850.039,95 \text{ kJ}$$

$$Q_t = 12.521.119,12 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kJ} = 0,000278 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kcal} = 4,1868 \text{ kJ}$$

Cuadro IV.21 Consumo de Energía en la Sala de Secado

Detalle	Cantidad
Q (kcal necesarias para un día de proceso)	2.990.616,01
Q (kcal/Kg producto fresco)	443,03
Requerimiento de Q (kcal/h)	249.218

Fuente: Elaboración propia, 2022

De acuerdo con los resultados obtenidos se procede a seleccionar la maquinaria y/o equipos necesarios para el diseño del nuevo proceso.

4.9. Descripción de los Equipos Principales.

El siguiente cuadro explica las especificaciones técnicas de los equipos a utilizar:

- **Caloventores**

Este calefactor es especialmente diseñado para uso de industria y comercial.

Por su gran capacidad lo hacen ideales para calefaccionar el aire en galpones, fabricas, salones, gimnasios, etc. y también procesos de secado, fraguado, etc.

Por su reducido tamaño lo hacen práctico al ocupar poco espacio y pueden ser trasladados sin dificultad. Pueden ser fácilmente modificados de gas natural a gas envasado y viceversa.

Se eligen los calentadores de acuerdo con el requerimiento energético calculado (ver ANEXO 11).

- **Ventiladores**

La función de los ventiladores industriales será la de dispersar el aire caliente de manera uniforme por toda la sala, para ello se requirió de ventiladores que cubran un área igual o mayor a la de la sala de secado, que es igual a 144 m².

La velocidad de los ventiladores no debe superar los 8 m/s, ya que, de hacerlo, la fuerte velocidad provocara que se pierda producto.

Velocidades de los ventiladores: (6,22 m/s – 8,64m/s – 10,02 m/s), los ventiladores deberán funcionar con su primera velocidad.

- **Balanza**

La balanza será utilizada para pesar el producto ya empaquetado, de esta manera se podrá saber cuánto de manzanilla se secó y cuanto de manzanilla seca se estará transportando realmente, en otras palabras, se sabrá la producción exacta de cada productor.

Al momento de realizar el pesado, cada bolsa o empaque deberá ser anotado en el registro de producción que tendrá cada productor (ver registro de producción en el ANEXO 12).

- **Termómetro de ambiente**

El termómetro se utilizará para medir la temperatura dentro de la sala de secado, este termómetro será colocado lo más alejado posible de los calefactores.

- **Taburetes**

Los taburetes serán empleados para poder manipular la manzanilla ubicada en el tercer piso de cada bandeja.

Cuadro IV.22 Requerimiento de Equipos

Ítem	Imagen	Especificaciones técnicas
Calefactores		<p>Modelo CDG140 Capacidad: 140 000 kcal/h Consumo de Gas: 15,05 m³/h Motor HP: 0,5 Conexión: 220 V Volumen de Aire: 6.000 m³/h Dimensiones: Largo: 120,30 cm Alto: 72 cm Diam. Tubo: 52 cm Incluye termostato</p>
Balanza		<p>Modelo XY100E Capacidad: 110 kg Precisión: 20 g Tamaño plato: 400 x 500 mm Alimentación: 220V Batería: 6V 4A Calibración externa</p>
Ventiladores de Techo		<p>Ventilador de techo Lighter Voltaje: 220V / 50HZ Potencia: 5 / 7 / 10 W RPM: 90 / 125 / 145 Flujo: 3.600 / 6.300 m³/h Cubre: más de 50 m² Diámetro: 132 cm</p>
Termómetro de ambiente		<p>Modelo: Termómetro Heladera Rango de Tem: -50 +110 °C Precisión: ±1°C Tamaño: 47x28x14 mm</p>

Analizador de humedad		<p>Modelo: FLB-MA-110</p> <p>Fabricante: FLB FORELIBRA</p> <p>Dimensiones del paquete: 17.75 x 13.05 x 12 pulgadas; 10.3 Libras</p>
Taburete de dos Escalones		<p>Modelo T-654</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Largo: 44 cm</p> <p>Ancho: 42 cm</p> <p>Alto: 45 cm</p> <p>Max. Carga: 100 Kg</p>

Fuente: Elaboración propia, 2022

Elección de equipos (ver ANEXO 13).

4.10. Distribución General de la Planta.

A continuación, se describe el diseño de la planta de secado empezando por las bandejas de secado y terminando con la planta en general.

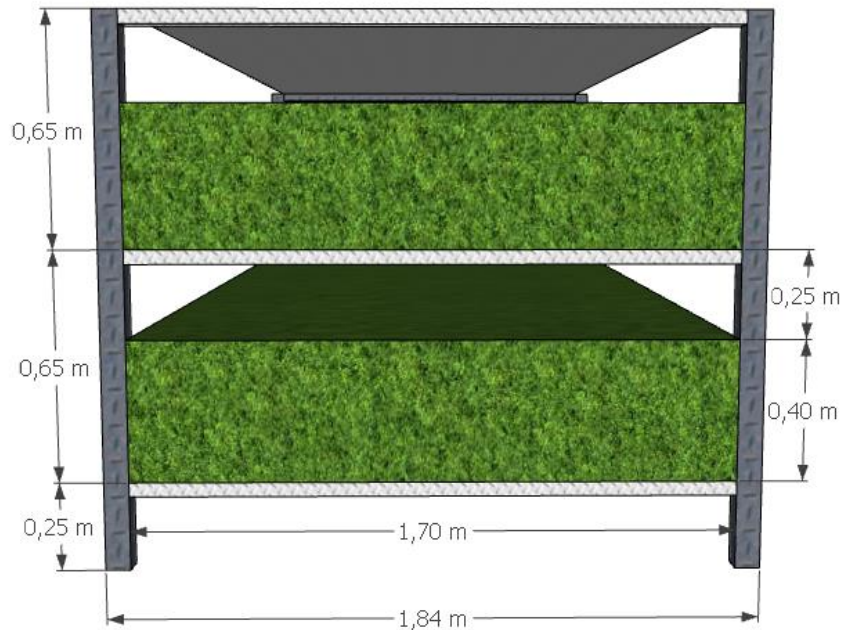
- Sobre las bandejas de Secado

Se tomó como referencia las dimensiones de las bandejas de los actuales secadores de la asociación, para ello se procedió a realizar las mediciones correspondientes, tales como el área de cada bandeja, diferentes alturas (desde el piso a la primera bandeja, altura entre bandejas) y espacios disponibles para el secado de la manzanilla, para este último, se realizaron pruebas para determinar la densidad de la manzanilla, ya que con este dato se pudo determinar el espacio que ocupa una cierta cantidad de la manzanilla, dato importante para calcular las dimensiones de las bandejas y la sala en el nuevo sistema de secado.

Los cálculos correspondientes al dimensionamiento de las bandejas se encuentran en el ANEXO 15.

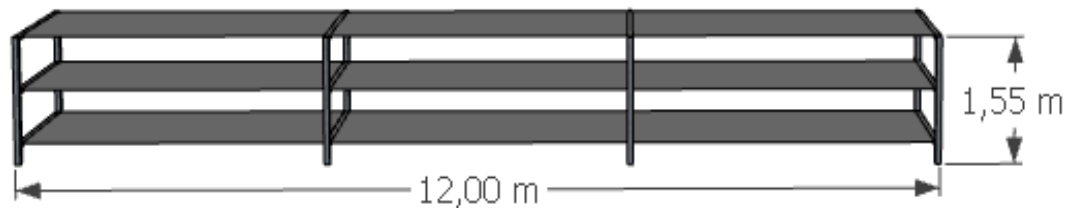
Las bandejas serán de estructura metálica y provistas de malla milimétrica de plástico, cada fila tiene un ancho de 1,7 m y 12 m de largo, además cada fila consta de 3 pisos separados entre sí. Serán un total de 3 pilas de bandejas, con una capacidad de 765,04 kg de manzanilla fresca, excediendo con 15 kg frente al requerimiento.

Figura IV.25 Vista Frontal de Bandejas de Manzanilla



Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura IV.26 Vista Lateral de Bandejas de Manzanilla



Fuente: Elaboración propia, 2022

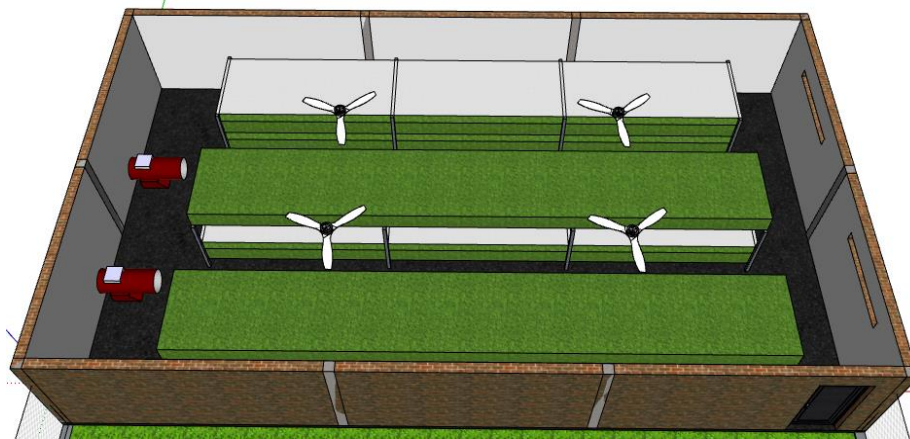
- Sobre la Sala de Secado

La sala de secado debe ser recubierto en su interior con placas de poliestireno expandido, ya que este es un buen aislador térmico, esto servirá para que las pérdidas de calor sean mínimas. La puerta debe tener un cierre lo más hermético posible.

En el interior de la sala se encontrarán dos caloductos con conexión a gas natural y también con conexión a energía eléctrica para el motor y panel de control, se encontrarán también cuatro ventiladores de techo para que distribuya el aire de manera uniforme y así no queden espacios menos cálidos que otros, habrá también dos chimeneas por donde pueda salir el aire húmedo (vapor de agua), estas consistirán en aberturas en las paredes paralelas a las que estarán instalados los caloductos, de esa manera se generará una ventilación por sobrepresión; el cual consiste en ponerle sobrepresión interior respecto a la presión atmosférica ocasionando que el aire fluya hacia el exterior por las aberturas dispuestas para ello. Las chimeneas tendrán un ancho de 20 cm y 200 cm (2 m) de largo, para evitar que entren insectos serán cubiertas con malla milimétrica de plástico.

La sala de secado funcionará como un secador directo o adiabático, ya que el producto (manzanilla), se encontrará directamente expuesta al gas caliente, en este caso aire caliente, que será generado por los caloductos y al mismo tiempo impulsado por los ventiladores de techo, la transferencia de calor empleada es la convectiva.

Figura IV.27 Vista de la Sala de Secado

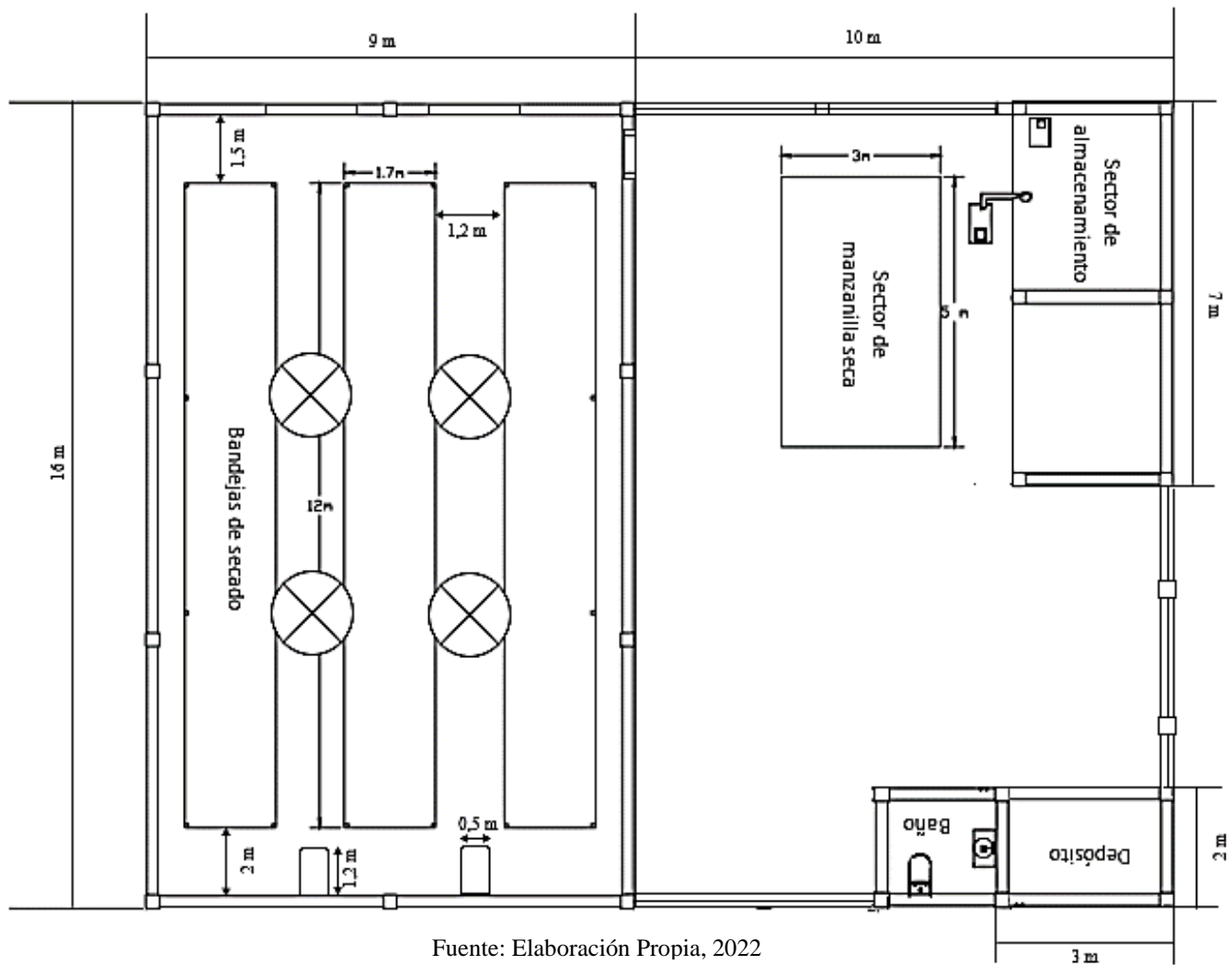


Fuente: Elaboración propia, 2022

- Sobre la Planta de Secado

La planta de secado contará con una sala de secado, un espacio para almacenamiento de materia prima, espacio para almacenamiento de producto terminado, un depósito y un baño.

Figura IV.28 Lay-Out



Fuente: Elaboración Propia, 2022


















	Ventiladores
	Caloventores
	Molino y envasado
	Balanza

4.11. Cursograma Analítico de las Operaciones Realizadas

En el siguiente cursograma se detallan todas las actividades que se realizan en el proceso de secado de la manzanilla.

Se tomó como referencia la producción de una hectárea y un rendimiento promedio de 1.500 kg de manzanilla, además se establece 12 horas de secado.

Figura IV.29 Cursograma del Operario

Cursograma Analítico				Material/Operario/Equipo			
Diagrama Num:		Hoja 01		Resumen			
Objeto: Secado de manzanilla (Flor y tallo)				Actividad	Actual	Propuesta	Economía
Actividad: Producción de Manzanilla				Operación 	18,5	12	6,5
Metodo: Actual/Propuesto				Inspección 	0,1	0,1	0
Lugar: Erquiz				Transporte 			0
Operario (s): 1				Espera 	473	12	461
Ficha núm: 01				Almacenamiento 			
Compuesto por: Mariana Guzman				Distancia (m)			
Fecha: 13-09-2021				Tiempo (hr-hombre)	491,6	24,1	467,5
				-Costo Mano de obra	1.025	451	574
				-Costo Material			
				Total			
Descripción	Cant.	Tiempo (Hr)	Dist. (mts)	Simbolo	Observaciones		
Recepción de Manzanilla							Llegada de la manzanilla a la planta
Dispersión e inspeccion de manzanilla		1,5					Para 1.500 kg de manzanilla seca
Secado		4					T = 45°C a 50°C
Redispersión		0,5					Tres personas mínimo
Secado		4					
Redispersión		0,5					Se realiza cada 4 horas
Secado		4					
Inspección		0,1					
Traslado de manzanilla		0,5					Traslado a zona de molienda
Molienda y embolsado		8					
Pesado y registro		1					
Almacenamiento							
TOTAL		24,1					

Fuente: Elaboración propia, 2022

Se observa en el cursograma de procesos del operario que los tiempos de operación y demora se reducen considerablemente, en el caso de las operaciones existe una economía de 6,5 horas y en el caso de las demoras existe una economía de 461 horas. El proceso en conjunto se redujo 467,5 horas.

Es importante mencionar que los ayudantes cobraran por el tiempo trabajado, el cual es de 12 horas, a diferencia del productor encargado que cumplirá la función de supervisor, este deberá permanecer en la planta las 24,1 horas calculadas en el cursograma.

Se observa también que existe una economía en el costo de mano de obra, prácticamente se reduce 574 Bs.

4.12. Variables para Controlar

Durante el proceso de secado es necesario verificar constantemente la temperatura del ambiente o sala de secado, ya que la temperatura es crítica para que el proceso de secado sea adecuado, ya que de esta depende la eficiencia del secado, la temperatura de trabajo debe estar en el rango de 45 a 50 °C.

Una variable que debe medirse constantemente (cómo mínimo cada 2 horas o como tiempo máximo cada 4 después de iniciado el proceso de secado) y que está relacionada con el producto secado, es la humedad del grano para determinar el punto en donde debe finalizar el proceso de secado, que es cuando el grano alcance una humedad de $5 \pm 0,5$ %.

Procedimiento para el encendido de equipos

1. Los equipos se deberán encender una vez ya esté la manzanilla en las bandejas de secado
2. Primero se debe encender los calosventores, la red de alimentación debe ser de 220V – 50Hz
3. El encendido se produce automáticamente al enchufarlo o proveerle corriente, controladas por la placa electrónica automatizada.

4. Al encender el equipo enciendo el ventilador durante unos segundos para eliminar cualquier acumulación de gases que pudieren quedar dentro de la cámara.
5. Al finalizar realiza la apertura de válvula, produciendo la chispa de encendido. Una vez generada la llama la varilla de ionización indica al sistema la correcta generación de esta y el equipo quedará encendido. En caso de cualquier falla (falta de gas, baja presión de gas, falsa llama, combustión pobre) el equipo se apagará y se deberá volver a encender.
6. Se debe calibrar los calointeros a la temperatura deseada (45°C a 50°C).
7. Una vez el ambiente alcance la temperatura que se desea se procederá a encender los ventiladores, los ventiladores trabajaran con su primera velocidad.
8. Para el apagado del equipo, lo primero que se hará es cortar el paso del gas, eventualmente la llama se apagara sola para posteriormente apagar el equipo completo.

La válvula solenoide es un dispositivo que permite o restringe el paso de fluidos, en este caso el gas. En el caso de falta de suministro eléctrico, las válvulas solenoides, vuelven a su posición completamente cerrado, evitando la salida del gas.

4.13 Requerimientos Técnicos de la Planta.

4.13.1. Requerimiento de Equipos para el Secado Directo de Manzanilla

De acuerdo con los equipos escogidos previamente, se muestran a continuación en el cuadro IV.24 el detalle del costo unitario y total del equipamiento de la planta de secado de manzanilla para la comunidad de Erquiz.

Más información de los equipos ver ANEXO 13

Entendiendo que 1 \$us = 6,97 Bs

Cuadro IV.23 Costo de Maquinaria y Equipos

Descripción	Costo (Bs)	Envío (Flete 20%)	Aduana (25%)	Costo Total
Calefactores + termostato	188.880	37.776,0	47.220,0	273.876,0
Balanza de Pie	1.200	240,0	300,0	1.740,0
Ventiladores	1.770	354,0	442,5	2.566,5
Analizador de Humedad	4.182	836,4	1.045,5	6.063,8
Taburetes	136	-	-	136,0
Termómetro de Ambiente	28	5,5	6,9	40

Fuente: Elaboración propia, 2022

Se considera un costo de envío adicional del 20% ya que los equipos serán importados, del mismo modo se considera un 25% sobre el costo de equipo para aduana.

Cuadro IV.24 Requerimiento de Maquinaria y Equipos

Detalle	Cantidad	Costo Unit.	Costo Parcial
Calefactores	2	273.876	547.752
Balanza de Pie	1	1.740	1.740
Ventiladores	4	2.567	10.266
Taburetes	6	136	816
Analizador de Humedad	1	6.064	6.064
Termómetro de Ambiente	1	40	40
TOTAL			566.678

Fuente: Elaboración propia, 2022

De acuerdo con el cuadro anterior, el costo total de maquinaria y equipos es de Bs. 566.678.

4.13.2. Requerimiento de Obras Civiles

En el siguiente presupuesto, se incluye costo de materiales y mano de obra para la construcción de la planta de secado.

Cuadro IV.25 Requerimiento de Obras Civiles

Item	Descripción	Unid.	Precio unitario (bs)	Cantidad	Monto parcial	Monto total
	OBRA GRUESA					49.655,46
1	Replanteo y trazado	m2	3,61	304,00	1.097,44	
2	Excavación manual terreno blando	m3	53,80	4,78	257,10	
3	Cimiento de h°c° p.d. 70%	pza	473,73	4,00	1.893,74	
4	Sobrecimiento de h°c°	m3	917,48	2,58	2.368,93	
5	Columna de h°a°	m3	3.083,21	4,52	13.932,26	
6	Muro ladrillo 6h	m2	173,02	149,55	25.874,28	
7	Cubierta calamina galvanizada #28	m2	201,51	21,00	4.231,71	
	OBRA FINA					118.547,07
8	Empedrado y contrapiso de h°	m2	107,97	175,08	18.903,39	
9	Revoque de muros	m2	126,15	369,71	46.638,92	
10	Piso enlucido fino	m2	54,88	15,00	823,20	
11	Piso cerámica nacional	m2	189,67	160,08	30.362,37	
12	Puerta de madera	pza	748,54	3,00	2.245,62	
13	Malla olímpica	m2	106,42	25,40	2.703,07	
14	Prov. y coloc. de bandejas metálicas de secado	pza	1.561,46	3,00	4.684,38	
15	Poliestireno expandido (porexpan) paneles	m2	19,68	396,11	7.795,44	
16	Medidor eléctrico monofásico	pza	1,00	1.321,82	1.321,82	
17	Tablero de distribución eléctrico	pza	2,00	691,39	1.382,78	
18	Toma de corriente monofásico	pza	11,00	153,28	1.686,08	
TOTAL						168.202,53

Fuente: Revista de presupuesto y construcción (Creatica Suppliers Srl.)

Los cómputos métricos donde se consideran materiales de construcción, mano de obra y demás, se encuentran en el ANEXO 14.

4.13.3. Requerimiento de Instalaciones y Terreno

Se consulto la instalación de agua y gas a los vecinos de la zona, así también a la Epsa de Erquiz y a Entagas.

Cuadro IV.26 Instalaciones

Detalle	Costo
Gas	5000
Agua	2500
Total	7500

Fuente: Elaboración propia, 2022

Se estable adquirir un terreno de 310 m² a un costo de 30 \$us/m², lo hace un total de 9.300 \$us.

Tomando en cuenta que: 1\$us = 6,97 Bs

Terreno = 64.821 Bs.

Limpieza y desmonte = 3.000 Bs.

4.13.4 Requerimiento de Material Auxiliar

Se considera material auxiliar a los materiales de seguridad y de limpieza que estarán dentro de la inversión de la planta de secado.

Los principales equipos de protección personal son: overol, botas, mascarilla y guantes, los trabajadores no podrán entrar a la sala de secado mientras ésta se encuentre funcionando.

Los trabajadores cuentan con su EPP correspondiente, por lo que solo se toma en cuenta el suministro de guantes de seguridad.

Cuadro IV.27 Requerimiento de Material Auxiliar

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unit. (Bs)	Costo Total (Bs)
Material de seguridad				
Extintor químico ABC 10 kls	Unidad	2	320	640
Manguera de goma 1/2"	Metro	60	5,5	330
Guantes de cuero simple	Pares	20	9,5	190
Botiquín	Unidad	1	300	300
Material de limpieza				
Ace en bolsa - 900 g	Unidad	1	16	16
Papel higiénico - bolsa	Unidad	2	22	44
jabón líquido - 5 L	Unidad	1	35	35
Lavandina - 1 L	Unidad	1	10	10
Escobas	Unidad	3	30	90
Basureros	Unidad	2	12	24
Trapos de piso	Unidad	3	5	15
Gomas de piso	Unidad	3	5	15
TOTAL				1.709

Fuente: Elaboración propia, 2022

4.13.5. Requerimiento de Mano de Obra

Se considera el costo de mano de obra por un lote de Producción (1.500 kg de manzanilla seca) de la etapa de post cosecha (secado y molienda).

Cuadro IV.28 Requerimiento de Mano de Obra por Lote

Trabajador	Cantidad	Horas de trabajo	Costo Unit. (Bs)	Costo total (Bs)
Productor (Supervisor)	1	24	12,5	301,25
Ayudantes	4	12	12,5	150
Total				451

Fuente: Elaboración propia, 2022

El costo de la mano de obra en la etapa post cosecha es de Bs 451 por cada lote de 1.500 Kg.

Se toma en cuenta solo las horas de operación para los cuatro ayudantes, entre el proceso de secado, molienda, empaquetado y almacenamiento.

4.13.6. Requerimiento de Servicios

A continuación, se detallan los costos de operación de la etapa de post cosecha de la manzanilla (secado, molienda y empaquetado) por lote, en otras palabras, se detallan los costos de operación para 1.500 Kg de manzanilla seca.

Cuadro IV.29 Requerimiento de Servicios por Lote

Detalle	Consumo	Consumo día (kWh)	Costo Unit.	Costo por lote (Bs)
Gas	30,1 m ³ /h	421,4	0,37	155,918
Energía Eléctrica	0,809 kW	11,326	0,74	8,38
Combustible	15 l/h	150	3,72	558,00
Total				722,30

Fuente: Elaboración propia, 2022

Tomando en cuenta que el costo del gas natural a nivel industrial es de 1.5 \$us millar pie³ (ANH 2015).

$$1 \text{ Mpc} = 28,32 \text{ m}^3$$

$$1 \$us = 6,97 \text{ Bs}$$

Tomando en cuenta que el costo de energía en la categoría industrial I es de 0,74 Bs/kWh (Servicios Eléctricos de Tarija, 2022).

4.13.7. Requerimiento de Materia Prima e Insumos

En el siguiente cuadro se detalla el requerimiento de materia prima e insumos para cada año de toda la producción.

Cuadro IV.30 Costos de M.P. e Insumos

Detalle	Costo unit. (Bs)
Semillas (Kg)	33,04
Bolsas (Unid.)	4
Herbicida (L)	180
Til (L)	280
Abono (Volvo)	4000
Agua de Riego (h)	3

Fuente: Entrevista a productores de la Asociación

Cuadro IV.31 Requerimiento de M.P e Insumos Anual

Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)
Semilla	63.552	67.154	70.757	74.360	78.018	81.621	85.224	88.826	92.485	96.088
Bolsas	12.903	13.634	14.366	15.097	15.840	16.571	17.303	18.034	18.777	19.509
Insumos Producción Agrícola										
Herbicida	7.527	7.953	8.380	8.807	9.240	9.667	10.093	10.520	10.953	11.380
Til	11.708	12.372	13.036	13.699	14.373	15.037	15.701	16.364	17.039	17.702
Agua de riego	4.516	4.772	5.028	5.284	5.284	5.800	6.056	6.312	6.572	6.828
Abono	167.259	176.741	186.222	195.704	205.333	214.815	224.296	233.778	243.407	252.889
TOTAL, INS.	203.913	215.472	227.031	238.591	250.071	261.890	273.449	285.009	296.748	308.308

Fuente: Elaboración propia, 2022

Cuadro IV.32 Requerimiento de Energía Anual

Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)
Gas (m3)	11.735	12.401	13.066	13.731	14.407	15.072	15.737	16.403	17.078	17.743
Energía Eléctrica (kW)	631	667	702	738	774	810	846	882	918	954
Combustible (L)	41.999	44.380	46.760	49.141	51.559	53.940	56.321	58.702	61.120	63.500
Distribución	49.087	51.870	54.652	57.435	60.261	63.043	65.826	68.609	71.435	74.217

Fuente: Elaboración propia, 2022

Cuadro IV.33 Requerimiento de Mano de Obra Anual

DETALLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)	Costo (Bs)
Mano de Obra Planta Sec.	33.964	36.100	37.815	39.710	41.515	43.771	45.576	47.381	49.638	51.443
Mano de Obra Etapa Agrícola	624.212	659.596	694.981	730.366	766.304	801.689	837.074	872.459	908.396	943.781
TOTAL	658.176	695.696	732.796	770.076	807.819	845.460	882.650	919.840	958.034	995.224

Fuente: Elaboración propia, 2022

Se puede observar en el cuadro anterior que el mayor costo es el de la mano de obra agrícola, ya que es un proceso que tarda poco más de 4 meses, este costo no varía de un método al otro, es decir, para ambos procesos el costo será el mismo.

V. ESTUDIO ECONÓMICO

5. ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 Inversiones y Financiamiento

Una vez contando ya con la información real sobre los costos (fijos y variables), se detalla a continuación el resumen de todas las inversiones de manera que muestre el plan de inversión.

5.1.1. Inversiones Fijas

A continuación, se detallan las inversiones en activos fijos para la construcción de la planta de secado de manzanilla.

Cuadro V.1 Inversiones Fijas

Detalle	Costo (Bs)	Costo Total (Bs)
a) Maquinaria y Equipos de Producción Directa		
Calefactores	547.752	
Balanza de Pie	1.200	
Ventiladores	10.266	
Taburetes	816	
Analizador de Humedad	6.064	
Termómetro de Ambiente	40	
Sub Total		566.138
b) Material Auxiliar		
Extintor químico ABC 10 kls	640	
Manguera de goma 1/2"	330	
Guantes de cuero simple	190	
Botiquín	300	
Sub Total		1.460
c) Obras Civiles		
Replanteo y trazado	1.097	
Excavación manual terreno blando	257	
Cimiento de h°c° p.d. 70%	1.894	
Sobrecimiento de h°c°	2.369	
Columna de h°a°	13.932	
Muro ladrillo 6h	25.874	
Cubierta calamina galvanizada #28	4.232	
Empedrado y contrapiso de h°	18.903	

Revoque de muros	46.639	
Piso enlucido fino	823	
Piso cerámica nacional	30.362	
Puerta de madera	2.246	
Malla olímpica	2.703	
Prov. y coloc. de bandejas metálicas de secado	4.684	
Poliestireno expandido (porexpan) paneles	7.795	
Medidor eléctrico monofásico	1.322	
Tablero de distribución eléctrico	1.383	
Toma de corriente monofásico	1.686	
Sub Total		168.203
d) Instalaciones		
Gas	5.000	
Agua	2.500	
Sub Total		7.500
e) Adquisición de Terreno		
Terreno	64.821	
Limpieza y Desmonte	1.000	
Sub Total		65.821
TOTAL		809.121

Fuente: Elaboración propia, 2022

De acuerdo con el cuadro anterior se observa que el costo en equipamiento es de 566.138 Bs, el costo del material auxiliar tiene un monto de 1.460 Bs, el cómputo y presupuesto de las obras civiles llegan a 168.203 Bs, las instalaciones de gas natural y agua potable tienen un costo de 7.500 Bs y el costo del terreno más la previa limpieza y desmonte de tierra tienen un costo de 65.821 Bs, haciendo un total en inversiones fijas de 809.121 Bs.

5.1.2. Inversiones en Capital de Trabajo

Se estima el capital de trabajo considerando los costos de producción y costos fijos para el primer año de funcionamiento, se tiene establecido que son 75 días de producción en la planta de secado más 5 meses de la producción agrícola.

Cuadro V.2 Inversiones en Capital de Trabajo

Detalle	Costo (Bs)
Materia Prima	
Materia prima	63.552
Insumos	
Bolsas de polipropileno	12.903
Insumos energéticos	
Electricidad	631
Combustibles	41.999
Gas (m3)	11.735
Mano de Obra Directa	
Mano de Obra Planta Secado	33.964
Insumos Fijos	
Agua	40
Mano de Obra Indirecta	
Mecánico	600
Material Auxiliar	
Ace en bolsa - 900 g	16
Papel higiénico – bolsa	44
jabón líquido - 5 L	35
Lavandina - 1 L	10
Escobas	90
Basureros	24
Trapos de piso	15
Gomas de piso	15
TOTAL	163.018

Fuente: Elaboración propia, 2022

La inversión para el costo de capital para el primer año es de Bs 163.018.

5.1.3. Inversión Total

A continuación, se muestra un resumen total de la inversión a ser realizada.

Cuadro V.3 Inversiones Totales

Detalle	Coste (Bs)	Monto Total (Bs)
Activos Fijos		809.121
Adquisición de Terreno	65.821	
Obras Civiles	168.203	
Instalaciones	7.500	
Maquinaria Y Equipos de Producción Directa	566.138	
Material Auxiliar	1.460	
Capital de Trabajo		163.018
INVERSIÓN TOTAL		972.140

Fuente: Elaboración propia, 2022

La inversión total requerida asciende a Bs 972.140. De la cual la infraestructura (terreno, construcción, instalaciones) demanda Bs 241.524 que equivale al 24,84%, el equipamiento demanda Bs 567.598 que representa a 58,39%, en tanto que el capital de trabajo requiere Bs 163.018 monto que alcanza el 16,77 % de la inversión total del proyecto.

5.1.4. Financiamiento

Par financiar este proyecto se requiere un monto total de Bs 972.140.

Las fuentes de financiamiento corren por parte de los recursos propios de los socios productores y un préstamo en el Banco de Desarrollo Productivo.

Por lo tanto, el 50 % de la inversión será mediante un préstamo y el restante 50 % de activos correrá por parte de los socios productores, así también el monto a ser utilizado para el capital de trabajo será financiado con recursos propios de los productores, ya que es un monto con el que los productores ya cuentan.

En el siguiente cuadro se detalla las fuentes de inversión de los activos.

Cuadro V.4 Detalle de la Inversión en Activos

Fuente de financiamiento	Representación (%)	Monto (Bs)
SOCIOS	50%	404.561
PRESTAMO	50%	404.561
TOTAL		809.121

Fuente: Elaboración propia, 2022

Se observa que el total del monto a ser financiado por los socios productores es de 404.561 Bs, quedando los restantes 404.561 Bs para solicitar un préstamo en el banco.

Ahora, en el siguiente cuadro se detallan las inversiones del capital de trabajo y activos que correrá por cuenta propia de los productores asociados.

Cuadro V.5 Detalle de la Inversión de los Asociados

Asociado	Producción (Kg)	Porcentaje Producción	Inversión CT (Bs)	Inversión en Act. (Bs)	Monto total (Bs)
Productor 1	8.000	7,09%	69.505	28.667	98.172
Productor 2	8.000	7,09%	69.505	28.667	98.172
Productor 3	7.500	6,64%	65.161	26.875	92.036
Productor 4	7.000	6,20%	60.817	25.083	85.901
Productor 5	7.000	6,20%	60.817	25.083	85.901
Productor 6	6.500	5,76%	56.473	23.292	79.765
Productor 7	6.000	5,31%	52.129	21.500	73.629
Productor 8	6.000	5,31%	52.129	21.500	73.629
Productor 9	6.000	5,31%	52.129	21.500	73.629
Productor 10	5.000	4,43%	43.441	17.917	61.358
Productor 11	5.000	4,43%	43.441	17.917	61.358
Productor 12	4.500	3,99%	39.097	16.125	55.222
Productor 13	4.500	3,99%	39.097	16.125	55.222
Productor 14	4.000	3,54%	34.753	14.333	49.086
Productor 15	4.000	3,54%	34.753	14.333	49.086
Productor 16	3.500	3,10%	30.409	12.542	42.950
Productor 17	3.200	2,83%	27.802	11.467	39.269
Productor 18	3.200	2,83%	27.802	11.467	39.269
Productor 19	2.700	2,39%	23.458	9.675	33.133
Productor 20	2.700	2,39%	23.458	9.675	33.133

Productor 21	2.500	2,21%	21.720	8.958	30.679
Productor 22	2.100	1,86%	18.245	7.525	25.770
Productor 23	2.000	1,77%	17.376	7.167	24.543
Productor 24	2.000	1,77%	17.376	7.167	24.543
TOTAL	112900	100%	980.894	404.561	1.385.455

Fuente: Elaboración propia, 2022

En el cuadro anterior se muestra el total de inversión que incurre cada productor, esta inversión es de acuerdo con el porcentaje de producción que tiene cada asociado.

Es importante mencionar que los productores cuentan con una reserva de dinero exclusivo para los costos de producción de cada año, ahora con el nuevo sistema de secado esa reserva pasará a convertirse en el capital de trabajo para el funcionamiento de la planta de secado.

Debido a lo anteriormente mencionado se considera que la inversión importante para los productores será la inversión en activos, que es un total de 493.728 Bs.

5.1.5. Condiciones del Financiamiento

Se solicitará un préstamo al Banco de Desarrollo Productivo para cubrir el 50 % de la inversión en activos.

En el BDP existe la posibilidad de sacar un crédito agropecuario que está dirigido a apoyar toda actividad de cultivo y producción agrícola en general, este crédito está dirigido a todo productor o productores agropecuarios, ya sean individuales, empresas u organizaciones productivas (modalidad del crédito en el ANEXO 14).

Las condiciones del crédito son las siguientes:

Cuadro V.6 Condiciones del Crédito

Detalle	Capital de inversiones
Monto del crédito	404.600 Bs
Plazo otorgado	10 años
Periodo de gracia otorgado	2 años
Interés anual	6%
Forma de pago	Anual
Garantías	Hipotecaria

Fuente: Banco de Desarrollo Productivo

5.1.5.1. Amortización del Crédito

Se calcula la cuota con la siguiente fórmula, empleando el método francés:

Datos:

$$VP = 404.600 \text{ Bs} \quad C = VP \times \left(\frac{(1+i)^n \times 0,1}{(1+i)^n - 1} \right)$$

$$i = 6\% = 0,06$$

$$n = 10 \text{ años} \quad C = 404.600 \times \left(\frac{(1+0,07)^{10} \times 0,1}{(1+0,07)^{10} - 1} \right) = 67.757 \text{ Bs}$$

$$2 \text{ años de periodo de gracia} \quad C = \mathbf{67.757 \text{ Bs}}$$

Cuadro V.7 Amortización del Crédito (Bs)

Periodo	Interés	Amortización	Cuota	Saldo deudor
0	-	-	-	404.600
1	28.322	0	28.322	404.600
2	28.322	0	28.322	404.600
3	28.322	39.435	67.757	365.165
4	25.562	42.196	67.757	322.969
5	22.608	45.150	67.757	277.819
6	19.447	48.310	67.757	229.509
7	16.066	51.692	67.757	177.817
8	12.447	55.310	67.757	122.507
9	8.575	59.182	67.757	63.325
10	4.433	63.325	67.757	0
TOTAL	194.104	404.600	598.704	

Fuente: Banco de Desarrollo Productivo

El total de la cuota del préstamo será pagado por todos los productores según corresponda su porcentaje de producción, en el ANEXO 16 se ejemplifica el cómo deben pagar año a año la cuota que corresponda.

5.2. Determinación de Costos

5.2.1. Costos Variables

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los costos variables de producción que se producen en la planta de secado, es decir, la etapa postcosecha, en el ANEXO 19 se pueden apreciar los costos variables de todo el proceso.

Cuadro V.8 Determinación de Costos Variables (Bs)

Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Materia Prima	60.897	64.350	67.802	71.254	74.760	78.212	81.664	85.116	88.622	92.074
Bolsas Polipropileno	12.903	13.634	14.366	15.097	15.840	16.571	17.303	18.034	18.777	19.509
Gas	11.735	12.401	13.066	13.731	14.407	15.072	15.737	16.403	17.078	17.743
Energía Eléctrica	631	667	702	738	774	810	846	882	918	954
Combustible	41.999	44.380	46.760	49.141	51.559	53.940	56.321	58.702	61.120	63.500
Mano de Obra	33.964	36.100	37.815	39.710	41.515	43.771	45.576	47.381	49.638	51.443
Distribución	49.087	51.870	54.652	57.435	60.261	63.043	65.826	68.609	71.435	74.217
TOTAL	211.216	223.400	235.163	247.106	259.116	271.420	283.273	295.126	307.587	319.440

Fuente: Elaboración propia, 2022

Los costos variables están establecidos de acuerdo con el pronóstico de la demanda que se realizó en el capítulo II, se puede observar que para el primer año se requiere un total de 150.319 Bs.

5.2.2. Costos Fijos

A continuación, en el cuadro VI.1 se detallan todos los gastos fijos requeridos en el proyecto.

Cuadro V.9 Determinación de Costos Fijos (Bs)

Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gastos financieros	28.322	28.322	28.322	25.562	22.608	19.447	16.066	12.447	8.575	4.433
Materiales de limpieza	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249
Mano de Obra Ind. (Mantenimientos)	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Agua	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Mantenimiento	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
Total	29.911	29.911	29.911	27.151	24.197	21.036	17.655	14.036	10.164	6.022

Fuente: Elaboración propia, 2022

Se puede observar que del año 1 hasta el año 3 los costos fijos permanecen constantes con un monto igual a Bs 29.911, posteriormente van disminuyendo.

5.2.3. Costos Totales

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los costos totales de producción en la planta de secado (proceso de postcosecha).

Cuadro V.10 Determinación de Costos Totales (Bs)

Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Variables	211.216	223.400	235.163	247.106	259.116	271.420	283.273	295.126	307.587	319.440
Costos Fijos	29.911	29.911	29.911	27.151	24.197	21.036	17.655	14.036	10.164	6.022
Total, Costos	241.127	253.311	265.074	274.257	283.313	292.457	300.928	309.162	317.752	325.462

Fuente: Elaboración propia, 2022

5.3. Evaluación

5.3.1. Relación Costo – Beneficio

A continuación, se muestra la relación costo beneficio para cada año, de acuerdo con el pronóstico de demanda realizada en el capítulo II.

Cuadro V.11 Relación de Costos Proceso Postcosecha

Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	1.777.130	1.877.870	1.978.611	2.079.352	2.181.667	2.282.407	2.383.148	2.483.889	2.586.204	2.686.944
Costos Totales	1.056.349	1.114.746	1.172.721	1.228.117	1.283.848	1.339.464	1.394.148	1.448.595	1.504.120	1.558.043
Utilidad	720.781	763.125	805.890	851.235	897.819	942.943	989.000	1.035.294	1.082.084	1.128.902

Fuente: Elaboración propia, 2022

Se calcula la utilidad con los ingresos de la manzanilla que se va a secar dentro de la planta de secado, pronóstico que se encuentra en el cuadro IV.17 y con los costos totales de producción.

Cuadro V.12 Relación de Costos del Proceso Postcosecha

Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Proceso actual	242.666	256.423	270.179	283.935	297.906	311.662	325.418	339.174	353.145	366.901
Costos Propuesta	241.127	253.311	265.074	274.257	283.313	292.457	300.928	309.162	317.752	325.462
Beneficio	1.539	3.111	5.105	9.678	14.593	19.205	24.490	30.012	35.393	41.439

Fuente: Elaboración propia, 2022

El anterior cuadro muestra la diferencia de costos entre el sistema actual y el sistema propuesto, se observa que la diferencia es mínima en los primeros años ya que se incurren en gastos financieros debido al préstamo que se solicita.

5.3.2. Cálculo del ROI

Se evalúa y cuantifica los beneficios obtenidos a través de un modelo ROI para el nuevo proceso de secado:

$$ROI = \frac{\text{Ingresos} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} * 100$$

$$ROI = \frac{1.777.130 - 1.056.349}{1.056.349} * 100$$

$$ROI = 68,23\%$$

La rentabilidad retorno de la inversión respecto a la alternativa seleccionada es del 68,23%, lo que quiere decir que, por cada 100 bs invertido, la Asociación de productores obtiene un retorno de la inversión de Bs 168,23.

5.3.3. Comparación de Indicadores Antes y Después de la Alternativa

En el siguiente cuadro se realiza un análisis comparativo con los dos métodos de proceso de secado.

Cuadro V.13 Comparación de Indicadores

Indicador	Método Actual	Método Propuesto	Diferencia
Tiempo de Trabajo (h)	18,5	12	6,5
Tiempo ocioso (h)	473	12	461
Costo de producción (Bs)	1.755	1.174	581,4
Tiempo de secado (días)	20	1	19
ROI	66,26%	68,23%	+1,97%
Microbiología			
Mohos y levaduras	8,3 x 10 ⁴	5,6 x 10 ³	
Bacterias Aerobias mesófilas	7,9 x 10 ⁴	9,2 x 10 ³	
Análisis Organoléptico			
Aroma	Nivel 4	Nivel 4	
Color	Nivel 3	Nivel 5	
Sabor	Nivel 3	Nivel 3	
Textura	Nivel 3	Nivel 4	

Fuente: Elaboración propia, 2022

Se puede observar en el cuadro que se logra cumplir con los objetivos planteados, se logra disminuir el tiempo de secado de un lote de manzanilla a 19 días, se logra reducir el tiempo de trabajo a 6,5 horas, el tiempo ocioso a 461 horas (19 días), también se logra reducir el costo de operación a 581,4 Bs, se logra mejorar la calidad de la manzanilla seca y se logra un aumento del ROI de 1,97%.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

1. De acuerdo con las prácticas realizadas sobre al secado de manzanilla, se establece que la temperatura óptima para secar es de 45°C a 50°C, se elige un rango de temperatura ya que en algunos sistemas de secado no se maneja una temperatura constante, sino más bien existe una temperatura mínima y una temperatura máxima.
2. La manzanilla deberá secar con un flujo y velocidad del aire medio, de acuerdo con prácticas de laboratorio se establece que:
 - Velocidad baja: de 2 m/s a 4 m/s
 - Velocidad media: de 5 m/s a 8 m/s
 - Velocidad alta: mayor a 8 m/s
3. De acuerdo con la comparación de los cursogramas del operario del sistema actual con el propuesto, se observa que hay una clara reducción de tiempos de operación, con un total de 6, 5 h y en demora existe una diferencia de 461 h.
4. Del mismo modo que el anterior, se observa también en el cursograma de procesos del operario una clara reducción de tiempos de operación (25.5 h) y demora (461h), haciendo un total de reducción de tiempos de 486,5 horas.
5. En el sistema de secado actual, el secado tardaba entre 15 a 25 días, todo depende de las condiciones climáticas, la cantidad de manzanilla que se esté secando no es un factor determinante en el tiempo de secado, ya que se seca en lugares con distinta capacidad, estas capacidades podrían ser de 500 kg en adelante y un máximo de 2.000 kg de producto, la variación de tiempo estaría entre 5 a 3 días.
6. Ahora con el sistema de secado propuesto se secará una cantidad de 1.500 kg de manzanilla en un día, haciendo que toda la producción del primer año tarde 75 días de secado. Es importante mencionar que con este sistema de secado se disminuirá el tiempo de secado por lote, reduciendo de 20 días en promedio a un día.
7. De acuerdo con los costos de producción, con el sistema actual se gasta 1.755 Bs en el proceso post cosecha, y con el sistema propuesto se gasta 1.174 Bs.

8. Si bien la diferencia de costos de operación no es grande y la diferencia de horas trabajadas llega solo a 6,5 horas, se logra mejorar factores muy importantes, como el control del proceso de secado, así mismo se llega a eliminar la incertidumbre de los agricultores ya que el producto no dependerá de los factores climatológicos.

6.2. Recomendaciones

1. No se recomienda secar la manzanilla a temperaturas mayores a los 53°C, ya que la planta tiende a pasar a un proceso de cocción, esto ocasiona que la manzanilla pierda sus propiedades organolépticas, tales como; color, aroma, sabor.
2. No se recomienda secar la manzanilla con una velocidad de aire alta ya que, si bien esto acelera el proceso de secado, también ocasiona pérdida de producto debido a que la manzanilla es una planta liviana y tiende a volarse cuando va perdiendo humedad.
3. Evitar tener contacto directo con las máquinas de calefacción en el transcurso del secado, sobre todo en la finalización, ya que esto puede ocasionar lesiones por quemaduras.
4. Durante todo el proceso de postcosecha los trabajadores deberán portar su vestimenta de trabajo (EPP) cuando tengan contacto directo con el producto.
5. Al momento de realizar la operación de dispersión de la manzanilla dentro de la sala de secado, es importante que la puerta de la sala esté totalmente abierta, esto ayudara a que la temperatura del ambiente disminuya y no sea tanta la exposición al calor.
6. Se recomienda almacenar la manzanilla de manera individual en lugares secos y limpios para evitar que el producto se contamine y vuelva a absorber humedad.
7. Se recomienda realizar las pruebas de humedad en las 3 últimas horas de secado, ya que es más probable que a partir de las 10 horas la manzanilla este en su punto final de secado.