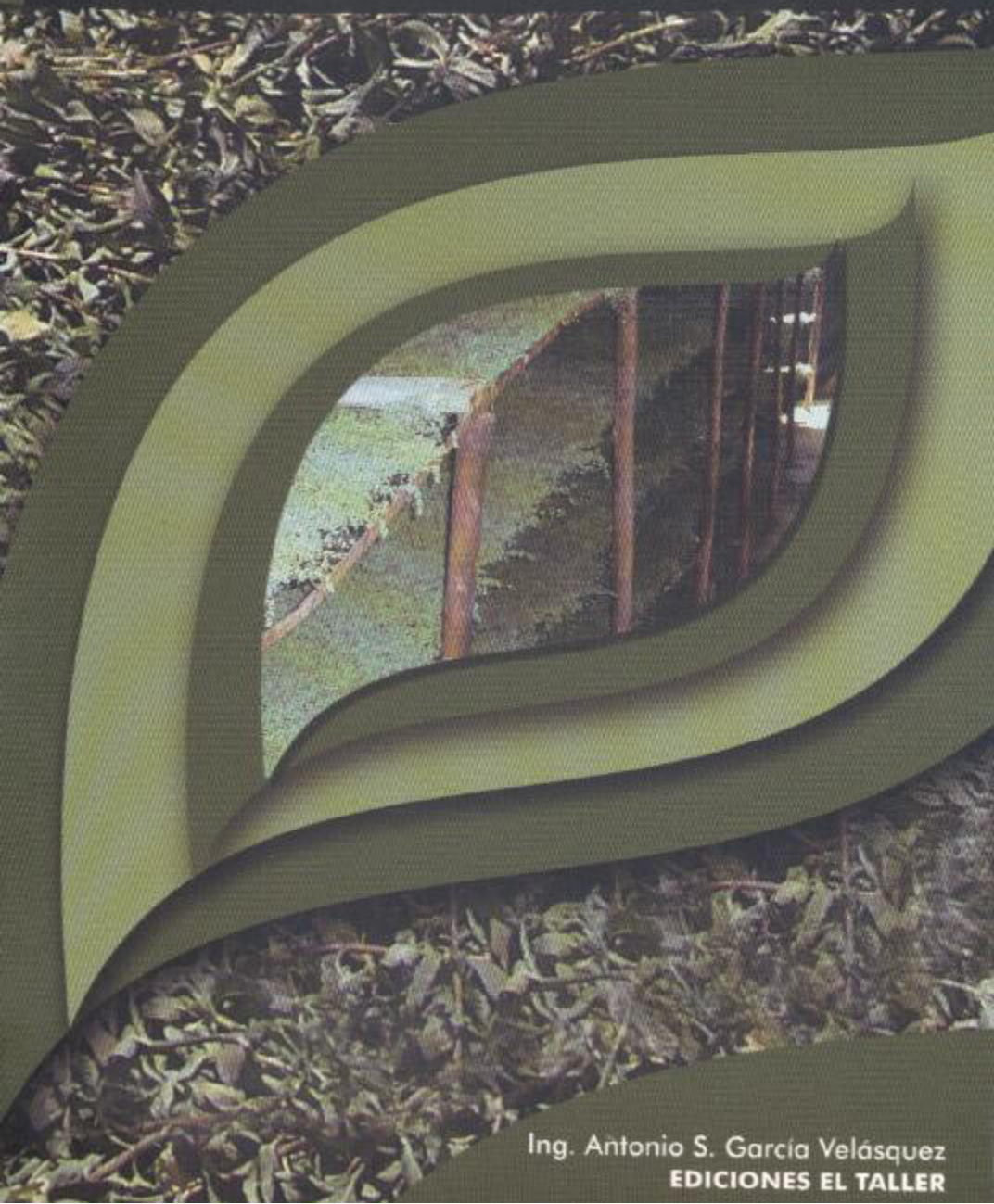
MANUAL TÉCNICO DE
DISEÑO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE SECADORES AMBIENTALES PARA HIERBAS AROMÁTICAS



Ing. Antonio S. García Velásquez

EDICIONES EL TALLER

MANUAL TÉCNICO DE
DISEÑO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE SECADORES AMBIENTALES PARA HIERBAS AROMÁTICAS

Ing. Antonio S. García Velásquez
El Taller Asociación de Promoción y Desarrollo

MANUAL TÉCNICO DE DISEÑO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE SECADORES AMBIENTALES PARA HIERBAS AROMÁTICAS

Arequipa, Perú
El Taller Asociación de Promoción y Desarrollo
2009. 36 páginas
Agricultura / Agroecología / Educación Técnica / Tecnología

Tiraje: 500 ejemplares. Primera Edición
Autor: Ing. Antonio S. García Velásquez
Producción: Giancarlo Salazar Meza
Edición: Nilo Cruz Cuentas
Diseño y Diagramación: Paul Ricardo Chávez Valdivia
Fotografías: Banco de Imágenes de El Taller Asociación de Promoción y Desarrollo

Editor: El Taller Asociación de Promoción y Desarrollo
Urb. Cabaña María J-5 - II Etapa, Cercado, Arequipa - Perú
051-54-201363 / 051-54-201507
www.eltaller.org.pe / eltaller@eltaller.org.pe

Impreso por: POLIKOLOR IMPRESORES E.I.R.L.
Cal.Pizarro Nro. 306 Int. 210 Edif.Gal.Com.Pizarro, Arequipa - Perú
Mayo 2009

Hecho el Depósito Legal
en la Biblioteca Nacional del Perú
Nro. 2009-07219

ISBN: 978-612-45285-1-4

9 786124 528514

La presente edición se realiza en el marco de los proyectos "CONSOLIDACIÓN ESTRATÉGICA DE LA COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LA CADENA AGROEXPORTADORA DE HIERBAS AROMÁTICAS ORGÁNICAS EN LAS REGIÓNES DE AREQUIPA Y MOQUEGUA" y "FORTALECIMIENTO DE LA CADENA DE HIERBAS AROMÁTICAS ORGÁNICAS EN EL EJE SUR ORIENTAL DE AREQUIPA Y NOR OCCIDENTAL DE MOQUEGUA", financiados por CORDAID y la FUNDACIÓN LOUVAIN DÉVELOPPEMENT respectivamente.

Se autoriza su reproducción total o parcial siempre que se haga referencia a la fuente y se remita un ejemplar al editor.
Impreso en el Perú - Printed in Peru.

Indice

- PRESENTACIÓN
- I. CONCEPTOS, CRITERIOS DE SELECCIÓN Y MÉTODO DE CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE SECADORES PARA HIERBAS AROMÁTICAS 07
  - SECADO 07
    - 1.Parámetros a considerar en el diseño de secadores para hierbas aromáticas 09
    - 2.Las variables que regulan el proceso de secado 11
    - 3.Criterios de selección del tipo de secadero que se requiere instalar 15
  - FENÓMENO DE ABSORCIÓN - DESORCIÓN 16
  - DATOS EXPERIMENTALES INDISPENSABLES PARA EL DISEÑO DE SECADORES PARA HIERBAS AROMÁTICAS. 19
  - SELECCIÓN DEL TIPO DE SECADOR ADECUADO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS Y SOCIOECONÓMICAS DEL EJE SUR ORIENTAL DE AREQUIPA, DISTRITO DE YARABAMBA 21
  - CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE SECADORES DE HIERBAS AROMÁTICAS POR DESHIDRATACIÓN NATURAL A CONDICIONES AMBIENTALES BAJO SOMBRA 22
    - 1.Cálculo de la capacidad de carga del secador 23
    - 2.Cálculo de la superficie de mallas 23
    - 3.Calculo de la superficie techada para el secador 23
    - 4.Cálculo de las dimensiones teóricas del secador 24
    - 5.Cálculo de las dimensiones reales el secador 24
  - CÁLCULO DE LOS COSTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SECADORES DE HIERBAS AROMÁTICAS 24
  - ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO PARA MYPE DESHIDRATADORA DE HIERBAS ORGÁNICAS 28
  - INVERSIÓN FIJA 28
    - 1.Inversión tangible 28
    - 2.Inversión intangible 29
- II. CAPITAL DE TRABAJO 29
  - COSTOS DE PRODUCCIÓN 29
    - 1.Costos directos (mes) 29
    - 2.Costos indirectos (s/.año) 30
    - 3.Depreciación (s/.año) 30
  - COSTOS OPERATIVOS 30
    - 1.Costos administrativos 30
    - 2.Costos de comercialización y publicidad 31
    - 3.Resumen de capital de trabajo 31
    - 4.Resumen total de la inversión 31
  - FINANCIAMIENTO 31
    - Estructura del financiamiento 31
  - SERVICIO DE LA DEUDA 32
  - PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS DEL PROYECTO 33
    - 1.Ingresos proyectados 33
    - 2.Ingresos y egresos del proyecto 34
    - 3.Estado de pérdidas y ganancias 34
    - 4.Flujo de caja del proyecto 35
  - PUNTO DE EQUILIBRIO 36

Secador de Hierbas Aromáticas (Chiguata - Arequipa)

Presentación

Las plantas aromáticas pueden ser comercializadas frescas, enteras (como hortalizas por ejemplo, o en macetas) o cortadas. Pero en la mayoría de los casos sobre todo cuando se desea reducir los costos de traslado, prolongar su tiempo de vida con una adecuada conservación de los principios activos, se las somete a un proceso de secado, dado que esta operación representa una de las mejores alternativas para lograr la estabilización del material vegetal. Una vez desecado, existen otros procesos comunes como el troceado, despalillado o limpieza, molienda, selección de calidades, descontaminación o estabilización, fraccionamiento y envasado.

El secado es una de las operaciones claves y más onerosas de todo el proceso productivo, de ésta operación depende en gran medida el éxito o fracaso económico del emprendimiento micro empresariales dedicado a la producción y comercialización de hierbas aromáticas, de la forma como se realice el secado depende la calidad del producto final, los cambios que se producen en el material vegetal durante la deshidratación son de carácter irreversible. Una mala práctica de secado puede originar la pérdida total o parcial de la cosecha con la consiguiente pérdida económica para el microempresario.

En el presente documento se presenta una serie de conceptos, métodos de cálculo, ideas y recomendaciones basados en años de experiencia, que son de mucha ayuda para los emprendedores en el negocio de las hierbas aromáticas, en el encontrarán algunas respuestas a muchas de las interrogantes que se plantea el emprendedor en el tema de secado y una solución práctica para el diseño y construcción de secadoras de bajo costo para las hierbas aromáticas.

Ing. Antonio S. García Velásquez

I. CONCEPTOS, CRITERIOS DE SELECCIÓN Y METODO DE CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE SECADORES PARA HIERBAS AROMÁTICAS

SECADO

Los principales objetivos del desecado son:

- Inhibir la destrucción enzimática, fenómeno que puede alterar sustancialmente la calidad del material por destrucción o descomposición de sus componentes. Se debe tener en cuenta que el desecado inhibe el proceso enzimático pero no lo destruye, es decir que si el material se rehidrata el proceso enzimático se revierte.
- Estabilizar el color, el olor, el sabor, la textura, y/o la composición química. En este sentido el proceso más crítico es la melanosis o amarronamiento de las partes verdes, provocada por la destrucción de la clorofila y numerosas reacciones de oxidación generadas por las enzimas (fenol-oxidasas) presentes en las plantas.
- Reducir fletes para el traslado de los productos desde los campos de producción hasta los lugares de venta al consumidor final, costos de embalaje y almacenaje.
- Reducir tiempos y costos de destilación, cuando el material va a ser empleado para producir aceites esenciales.

Para conservar las plantas, es indispensable reducir su actividad enzimática, y para ello se reduce su contenido acuoso hasta valores que corresponden a

una humedad entre 5 y 10 % según cada caso. En la cosecha, normalmente los materiales aromáticos presentan humedades superiores al 70 %, por lo que es necesario encontrar medios eficientes de secado, que no perjudiquen la calidad del vegetal ni reduzcan el contenido de componentes volátiles presentes en el mismo.

También es conveniente elegir el momento óptimo de cosecha, cuando la calidad del producto sea la óptima, con el fin de aprovechar el momento de menor contenido hídrico en los tejidos celulares, o días de baja humedad relativa ambiente.

La elección del método de secado depende fundamentalmente de la calidad de producto que se quiere lograr, de los medios económicos disponibles, y de las condiciones climatológicas predominantes en los periodos de cosecha. Aunque existen numerosas técnicas de secado, varias de ellas solamente se justifican para el procesamiento de productos con alto valor agregado, o de demandas reducidas. Entre las técnicas tradicionales, cuanto mejor y más sofisticado es el sistema, más oneroso resulta su implementación. Pero por otro lado no siempre es mejor invertir en grandes instalaciones de secado, pues en climas secos o cuando se procesan materiales suficientemente estables, con una mínima infraestructura se alcanzan niveles de calidad aceptables desde el punto de vista comercial.

El oreado a campo, el secado en galpones o depósitos con pisos adecuados y ventilación controlada puede ser una alternativa viable si las condiciones atmosféricas son favorables (baja humedad relativa ambiente y temperatura diurna media alta). Cuando esto no es posible, se requiere de sistemas de secado artificiales, donde el proceso se acelera mediante movimiento de aire forzado y previamente calentado.

1. Parámetros a considerar en el diseño de secadores para hierbas aromáticas

En general, los parámetros más importantes a tener en cuenta para diseñar y optimizar un sistema de secado son:

• Tipo de producto:

Raíces y semillas, estos materiales tienen mucho menor contenido de humedad (50 á 75%) que las flores o frutas (75 á 85%), y su estabilidad suele ser mucho mayor.

Materiales de hojas anchas (albahaca, estragón, cedrón y menta) el secado puede ser muy crítico, pues además de contener altos porcentajes de humedad, la amplia superficie foliar pone en evidencia cualquier cambio de color.

Flores y hojas pequeñas (orégano, mejorana, manzanilla, tomillo, flores de manzanilla y romero), estos materiales por lo general se secan muy bien en ambientes bien ventilados, manteniendo la humedad relativa del aire por debajo del 60% y la temperatura por debajo de 50°C.

• Tamaño y cantidad del material vegetal:

Cuando las partes del material vegetal a desecar son muy pequeñas (flores de manzanilla por ejemplo) deberán emplearse sistemas que otorguen una gran superficie de evaporación y a su vez el producto deberá dispersarse sobre una capa mucho más fina, para facilitar el secado de los estratos inferiores; de preferencia se recomienda utilizar catres o tarimas de malla de nylon suspendidas en una estructura de metal o madera; se suele utilizar tarimas de varios

niveles colocadas unas encima de las otras, con una separación de 40 cm como mínimo, para permitir una mayor superficie de evaporación tanto por la parte superior como inferior.

• Grado de homogeneidad en dimensión y calidad (distintas durezas, composiciones, etc.):

En algunos casos, como en plantas con tallos gruesos y hojas caedizas, durante la manipulación previa al secado del material vegetal se puede producir una separación de partes más pesadas, dejando en los niveles inferiores las partes de menor tamaño. Al quedar los tallos sobre la superficie, pueden restringir el paso de aire seco o caliente, retardando el proceso de secado. En estos casos puede ser apropiado hacer primero un zarandeo del material, y secar las distintas partes por separado.

• Estabilidad de los principios activos:

Cuando el material posee una esencia muy volátil (esencia de eucalipto ó menta por ejemplo) el proceso se hace muy crítico, y para llegar a la humedad final requerida, puede ser mejor prolongar el proceso, pero usando aire menos caliente. En otros casos, como ocurre con la menta y la albahaca se puede apreciar una variación en la calidad de la esencia en materiales desecados, posiblemente debido a una descomposición de los terpenos oxigenados, originalmente presentes en la planta bajo la forma de *glicósidos*.

• Influencia de la luz en la estabilidad del vegetal:

Normalmente para lograr un buen producto es necesario trabajar en ambientes de baja luminosidad, para eliminar el factor lumínico como generador de descomposiciones del producto y el llamado

amarillamiento de las hojas por exposición a la luz directa del sol.

• Higiene del secadero o lugar a utilizar:

Esto se hace muy crítico cuando las instalaciones van a ser utilizadas para el desecado de distintos productos. Es necesario evitar una contaminación cruzada entre los distintos materiales a desecar. Se debe recordar que los aceites esenciales son sustancias muy volátiles y fácilmente se impregnan en otros materiales que también contienen esencias, modificando sus propiedades aromáticas en forma considerable.

• Costo de instalación:

Este parámetro es el que generalmente determina el tipo de instalación a utilizar, el costo de la instalación está en función de las dimensiones, de la tecnología elegida, los materiales de construcción, y de la infraestructura aprovechable disponible, la fuente de energía a utilizar (disponibilidad de leña, gas, sistemas de transporte, etc.), además de las características particulares de cada zona descritas anteriormente.

2. Las variables que regulan el proceso de secado son:

• Circuito del aire desecante:

En el sistema de secado por desorción natural (secado espontaneo que se produce cuando el material se deja expuesto al medio ambiente en contacto con una atmósfera de baja humedad relativa), las instalaciones se proyectan para que el aire se movilice por acción del viento o por convección natural, en forma transversal e impide que no hayan flujos de retorno.

en un sistema isotérmico o programado (30 á 50° C). Para el control de la temperatura pueden utilizarse desde mecanismos automáticos hasta un simple control con un vaso con parafina o algún material que funde cuando se sobrepasa cierta temperatura límite estipulada.

• Flujo másico o caudal de aire:

El flujo másico o caudal del aire desecante se determina en función a la velocidad de evaporación del agua que contiene el material a las condiciones de secado, es necesario mantener en todo momento la humedad relativa en el interior del secadero por debajo de 60%, humedades superiores pueden activar y acelerar la acción enzimática, propiciando el pardeamiento o amarronamiento del material generando un grave daño a la calidad del producto final.

• Humedad y temperatura del aire desecante:

Para tener una idea de la importancia de estos factores, basta saber que 1 kg de aire con un 50% de humedad relativa y a 30°C puede remover 14g de agua, mientras que la misma cantidad de aire, a 50°C y con una humedad relativa del 15% puede remover hasta 74 g de agua.

• Ubicación del material a secar:

Es fundamental el espesor de capa del material. Conviene también separar partes gruesas (raíces o tallos) de finas (flores) si es posible. Experimentalmente se ha determinado que para materiales de hojas medianas y pequeñas, se debe esparcir el material en capas delgadas a razón de 3 ó 4 kg de material vegetal fresco por metro cuadrado.

• Rotación del material a secar:

Aunque no siempre es posible o económicamente viable, el movimiento del material a secar en contracorriente con el aire desecante acelera en forma notable todo el proceso. El objetivo es transportar el material de una zona más húmeda a otra más seca, o a una zona más caliente. Esta rotación puede realizarse en forma sencilla, revolviendo manualmente o automáticamente el material en una bandeja o cama de secado, por desplazamiento de los carretones portadores del material, por recambio de las bandejas ubicadas en las zonas más húmedas o inferiores a las más secas o superiores, o por traspaso del material de un sistema primario a un segundo sistema de mayor eficiencia desecante.

• Tiempo de secado:

Un valor promedio es de 3 á 12 hs con aire forzado y de 3 á 6 días en secaderos que operan por desorsión natural a condiciones ambientales.

• Humedad final exigida:

Depende de cada material e incluso del destino del mismo. Para los materiales comercializados secos el valor promedio es de 8 á 10% de humedad residual.

• Humedad ambiente.

Esta variable es muy importante, porque una vez desecado el material la humedad final será determinada por la humedad del ambiente en que el producto queda almacenado, para ambientes húmedos (con humedad relativa superior al 60%), se recomienda

almacenar el producto en envases herméticamente sellados. Si para el secado se ha utilizado un secadero con aire caliente es fundamental enfriar el material a la temperatura ambiente antes de sacarlo del secadero, para evitar la absorción de humedad en forma instantánea.

3. Criterios de selección del tipo de secadero que se requiere instalar

Los principales aspectos que se deben tener en cuenta para la elección del tipo de secadero que se debe instalar para optimizar un proceso de producción de hierbas aromáticas deshidratadas son los siguientes:

Las exigencias del mercado de destino: Algunos mercados pueden poner como condición que el material haya sido deshidratado en condiciones naturales, a bajas temperaturas y en forma lenta, porque así se conserva mejor las cualidades aromáticas de los materiales. Otros mercados en cambio aprecian otros factores como la limpieza del producto, para lo cual los materiales deben ser previamente lavados y secados con aire caliente en el menor tiempo posible para evitar la acción enzimática por efectos de la alta humedad en la superficie de las hojas.

Las condiciones ambientales del territorio en el que se proyecta instalar el sistema de secado; para zonas geográficas con humedad relativa promedio predominante por debajo del 40%, con altos niveles de radiación solar y temperaturas ambientales promedio entre 20 y 40 °C y cuando no se dispone de capital para invertir en sistemas de secado muy sofisticados, se recomienda utilizar sistemas de secado a condiciones ambientales protegiendo el producto de la acción directa de los rayos solares, para evitar el daño en la calidad del producto. Éste tipo de sistemas son usualmente utilizados en zonas de producción ubicados en zonas áridas del sur del Perú y el

norte de Chile; su diseño se basa en datos experimentales obtenidos mediante pruebas preliminares en la zona donde se desea desarrollar el proyecto.

FENÓMENO DE ABSORCIÓN - DESORCIÓN

El fenómeno de absorción - desorción es aquel mediante el cual un material vegetal expuesto a las condiciones ambientales naturales o artificiales, puede ceder agua al aire que lo rodea o absorber agua del aire que lo rodea. Todo material vegetal puesto en contacto con el aire tiende a alcanzar un contenido de humedad en equilibrio con las condiciones del medio que lo rodea; si el material contiene una mayor cantidad de agua en relación a la que le corresponde como humedad de equilibrio con las condiciones ambientales, el agua que se encuentra en exceso pasará al medio ambiente en forma espontanea; si el sólido contiene una menor cantidad de agua en relación a la que le corresponde a las condiciones de equilibrio con el medio que lo rodea, el material absorberá del medio ambiente y en forma espontanea la cantidad de agua necesaria para obtener la humedad de equilibrio. Este fenómeno es el que en realidad gobierna el proceso de secado; la velocidad con que el agua sale o entra en el material vegetal depende de la cantidad de agua que contiene en exceso o defecto, mientras mayor sea la diferencia entre el contenido de humedad actual y la humedad de equilibro con las condiciones del aire que rodea el materia,l mayor será la velocidad de ganancia o perdida de humedad.

La humedad de equilibrio de los materiales vegetales con el aire que los rodea depende de las propiedades físicas y químicas del mismo, si las condiciones ambientales cambian también cambiará el valor de la humedad de equilibrio. En la Fig.01, se puede apreciar la variabilidad de la humedad de equilibrio para el orégano y la mejorana en función a las variables ambientales

humedad relativa y temperatura del aire; el diagrama de la fig.01 se conoce como la curva de desorción, este diagrama es una herramienta muy útil para seleccionar y diseñar sistemas de secado.

Figura 01

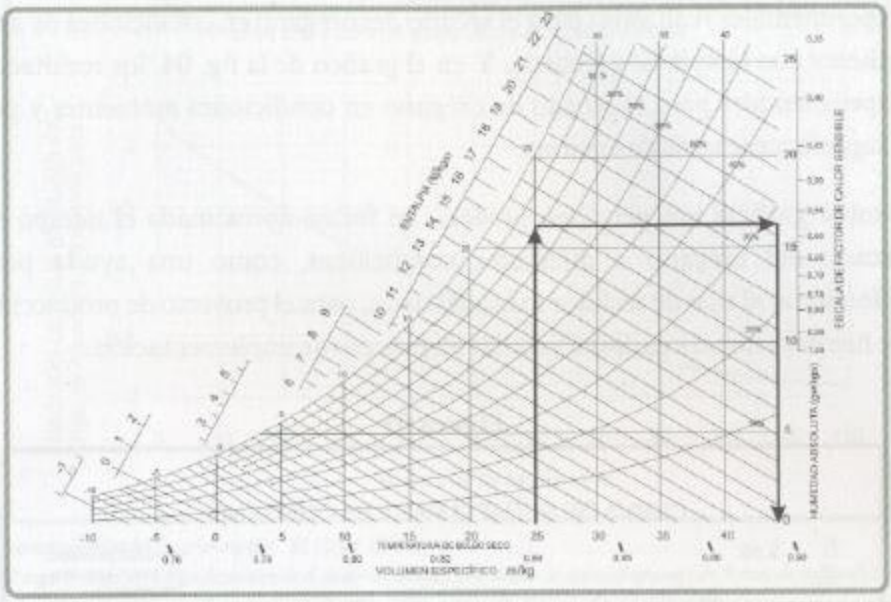
Fuente: Resultados experimentales "El Taller 1997"

La forma de cómo se opera con el grafico de la fig. 01, es la siguiente: se realiza la medición de la temperatura y humedad relativa del aire utilizando un termo-hidrómetro, en el grafico se ubica en el eje de las "X" el valor de la humedad relativa ejemplo 30%; luego se haciende verticalmente hasta ubicar la curva de temperatura que mas se acerca al valor medio con el termohidrómetro; si el valor medido está por debajo de 25 °C, se ubicará un

punto ligeramente por encima de la línea azul, Luego desde éste punto se traza una línea horizontal hacia el eje de las "Y", para ubicar el valor de la humedad de equilibrio que alcanzará el sólido luego de permanecer en contacto con el aire por un tiempo prolongado; el valor que corresponde es de 0.0865 gramos de agua por gramo de material solido ó en porcentaje 8.65%; es decir el material sólido después del secado retendrá 8.65 % de agua.

Si el contenido de humedad del aire es alta, por ejemplo 80% y la temperatura del aire es 25 °C, la humedad final de equilibrio será de 20%; éste contenido de humedad es muy alto para dar por concluido el proceso de secado y almacenar el producto, porque se produciría la descomposición del mismo y el desarrollo de mohos y levaduras. Para realizar el secado en condiciones de alta humedad ambiental, se requiere modificar las condiciones del aire, por ejemplo si se calienta el aire con 80% de humedad relativa hasta una temperatura de 45 °C, su humedad relativa se modifica a 30% (datos extraídos de la gráfica psicrométrica), con lo que estaríamos en posibilidad de lograr una humedad final de equilibrio igual a 6.5% ó 0.065 gr. de agua / gr. de producto. Este método es muy útil para definir las condiciones de operación de los secadores, en función de las condiciones del aire atmosférico.

Figura 02



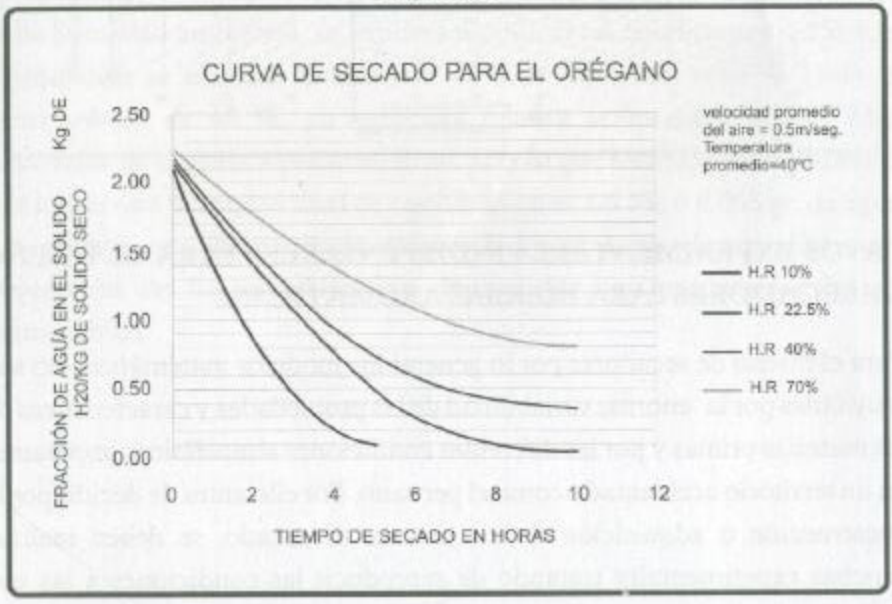
DATOS EXPERIMENTALES INDISPENSABLES PARA EL DISEÑO DE SECADORES PARA HIERBAS AROMÁTICAS.

Para el diseño de secadores por lo general los modelos matemáticos no son muy útiles por la enorme variabilidad de las propiedades y características de las materias primas y por las diferentes condiciones atmosféricas imperantes en un territorio accidentado como el peruano. Por ello antes de decidir por la construcción o adquisición de un sistema de secado, se deben realizar pruebas experimentales tratando de reproducir las condiciones a las que funcionará el sistema, los resultados obtenidos nos brindarán valiosa información para el cálculo de las dimensiones del secadero, definir las condiciones de operación (T°, Flujo másico del aire, Tiempo de secado y capacidad de carga), y el tipo de tecnología que se requiere implementar.

A continuación se presenta en el grafico de la fig.03, los resultados de pruebas experimentales realizadas para el secado del orégano en condiciones de aire caliente con circulación forzada. Y en el grafico de la fig. 04, los resultados experimentales para el secado de orégano en condiciones ambientes y por simple fenómeno de desorción.

Ambas graficas nos permiten predecir en forma aproximada el tiempo de secado del orégano a diferentes condiciones, como una ayuda para seleccionar el tipo de secador más adecuado, para el proyecto de producción de hierbas aromáticas deshidratadas en proceso de implementación.

Figura 03



Fuente: Resultados experimentales "El Taller 1997"
El experimento se realizo en un secador tipo cabina y bandejas estacionario con calefactor de resistencias eléctricas y sistema de ventilación forzada.

Figura 04

Fuente: Resultados experimentales "El Taller 1997"

El experimento se realizo disponiendo el material en catres de malla de nylon dispuestos en forma de anaqueles uno encima de otro, con una separación de 40 cm entre catres. Se dispuso el material muy desparramado a razón de 4 ó 5 kg / m2 de malla.

Las características de calidad del material hojas de orégano deshidratado, se encuentran dentro de los parámetros de calidad más exigentes del mercado de la Unión Europea, siendo considerado como de primera calidad, por su apariencia, color, aroma y contenido de aceites esenciales.

SELECCIÓN DEL TIPO DE SECADOR ADECUADO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS Y SOCIOECONÓMICAS DEL EJE SUR ORIENTAL DE AREQUIPA, DISTRITO DE YARABAMBA

Los criterios más importantes a tomar en cuenta son:

- La capacidad de inversión de los microempresarios agricultores de la región: En el Eje Sur Oriental de Arequipa operan predominantemente agricultores de micro parcelas con escasa capacidad de inversión en equipamiento de sistemas de secado, considerados de tecnología dura (sistemas con aire caliente), por lo que se recomienda utilizar sistemas de secado de bajo costo.

- Las condiciones climáticas: En el Eje Sur Oriental de Arequipa predomina el clima seco (Humedad relativa promedio durante las estaciones secas es inferior a 30%, la temperatura promedio oscila entre los 23 °C y los 0 °C esta ultima durante la noche en la estación de invierno) por ello los secadores ambientales pueden operar sin ningún problema durante las estaciones secas que van de mayo a diciembre, Para operar en los meses de enero a abril se puede utilizar el mismo sistema pero instalado en una zona seca, se recomienda elegir un lugar ubicado en la pampa de La Joya o Vitor. Este puede ser un emprendimiento rentable para algún pequeño empresario, Considerando que el consumo de combustible para el secado es más costoso que el transporte del material fresco hacia la zona de la Joya o Vitor.

CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE SECADORES DE HIERBAS AROMÁTICAS POR DESHIDRATACIÓN NATURAL A CONDICIONES AMBIENTALES BAJO SOMBRA

Para el cálculo de las dimensiones de un secador que opera en condiciones ambientales, se debe considerar los siguientes datos:

- El área de cultivo a instalar en hectáreas. (A)
- La productividad por cosecha en kg de materia fresca/hectárea (P)
- Tiempo estimado para realizar la cosecha
- El tiempo máximo que se estima para realizar la cosecha del total del área cultivada.
- Condiciones ambientales imperantes en la localidad (T° y H.R.).
- La carga de material húmedo recomendado por m2 de catre. (W)
- Relación masa húmeda total/ masa de hojas secas (MF/MH Secas)
- Eficiencia del sistema de secado

Datos de Diseño

Variable	Unidades	Cantidad
Área de cultivo (A)	ha	1.00
Productividad	kg/ha	7500
Tiempo estimado para realizar la cosecha	días	15
Tiempo de secado estimado	hrs	120 (5días)
T° media	°C	15
H.R. media	%	30
Carga /m2	kgr	5
Relación MF/MH Secas	kg/kg	5/1
Eficiencia	%	80

1. Cálculo de la capacidad de carga del secador

- Determinación del numero de cargas que se realizaran durante el periodo de cosecha:
  Sí 5 días de secado + 1 carga /descarga=6 días
  Entonces la capacidad del secador será = 15/6 = 2.5 ~ 2 cargas
- Determinación de la carga del secador: 7500 kg/2 = 3750 kg/carga

2. Cálculo de la superficie de mallas que se requiere instalar:

3750kg /5kg/m2 = 750 m2 de malla.

3. Calculo de la superficie techada para el secador:

- Cálculo del área de malla que corresponde a cada unidad de área techada Asumiendo anaqueles de 2 metros de acho por 12 metros de largo con pasadizos intermedios de 1 metro de ancho y cuatro niveles superpuestos, se tiene que para $3m^2$ de superficie techada corresponde una área de malla igual a 8m2 /3 m2 de techo = 2.66 metros de malla/m2 de techo.

- Cálculo del área techada: 750/2.66 = 281.32 m² de techo 282 m²

4. Calculo de las dimensiones teóricas del secador

- Ancho: 12+ 2 m de pasadizo = 14 m.
- Largo: 282/12=23+1=24 m. de largo
- Lo que corresponde a 8 anaqueles de 2 metros de ancho por 12 metros de largo (teórico).

5. Cálculo de las dimensiones reales el secador:

- Número de anaqueles teóricos/eficiencia = 8/0.8= 10
- Las dimensiones del secador serán: 14 metros de ancho por 31 metros de largo. Con una superficie techada de 434 m².

CÁLCULO DE LOS COSTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SECADORES DE HIERBAS AROMÁTICAS

En el cuadro siguiente se muestran los costos para la construcción de un secador ambiental que funciona por simple fenómeno de desorción natural. El modelo de secador elegido es el tipo galpón con anaqueles de malla de nylon, construido a base de una estructura de madera rolliza de eucalipto y techo de calamina, sobre una plataforma de concreto.

PRESUPUESTO DE COSTOS PARA CONSTRUCCIÓN DE SECADOR TIPO GALPÓN CON ANAQUELES DE MALLA DE CUATRO NIVELES Y UNA CAPACIDAD DE SECADO DE 3750 KG DE M.F. Ó 750 KG DE PRODUCTO SECO (SOLO HOJAS) POR CARGA.

1.Materiales	Unidad	Cantidad	Costo Unit. S/.	Costo Total S/.
Puntales de 5 metros	Unidades	80	14	1120
Palos delgados de eucalipto (Chaclas)	Unidades	400	6	2400
Cintas de madera de 3 m x 2"x1"	Unidades	145	5	175
Calaminas de 3,6x0,8 /*)	Unidades	166	26	4316
Malla de pescador de 3/8"	Kg	240	15	3600
Clavos	Kg	10	6	60
Cemento	Bolsas	80	22,5	1800
Esteras de carrizo	Unidades	45	30	1350
Agro fil	ml	90	5	450
Agregados	m3	8	100	800
Transporte de materiales	servicios	2	750	1500
Subtotal materiales S/.				18121
2. Mano de obra directa				
Jornales habilitación de madera	Jornal	15	30	450
Jornales nivelación y trazado de terreno	Jornal	10	30	300
Jornales escavado de hoyos para plantado de palos	Jornal	5	30	150
Jornales plantado de palos	Jornal	10	30	300
Jornales techado	Jornal	10	30	300
Jornales vaciado de piso	Jornal	10	30	300
Jornales colocación de mallas	Jornal	10	30	300
Jornales colocación de cerco de esteras	Jornal	5	30	150
Subtotal mano de obra directa S/.				2250,00
3. Supervisión, administración y logística				
Jornales plantado de palos	servicios	1	1500	1500
Jornales techado	servicios	1	1000	1000
Jornales vaciado de piso	servicios	1	500	500
Subtotal Supervisión, administracióny logística S/.		266667	800000	3000
Total presupuesto secador S/.				23371

Nota: no se incluye el costo del terreno
(*) Las calaminas se pueden sustituir por otro material de cubierta impermeable más económico.

En las siguientes figuras se ilustran los detalles de la construcción

Fig. 05: vista ismétrica del secador

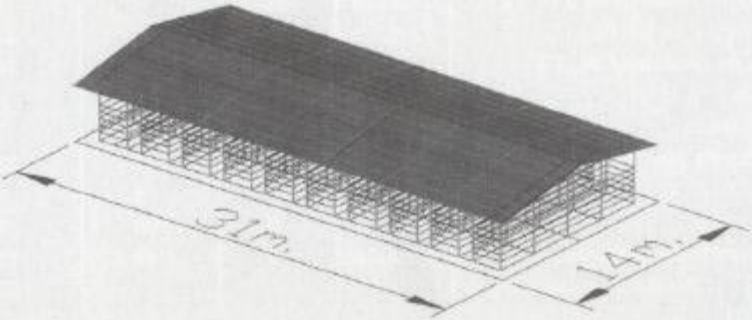


Fig. 06 vista frontal

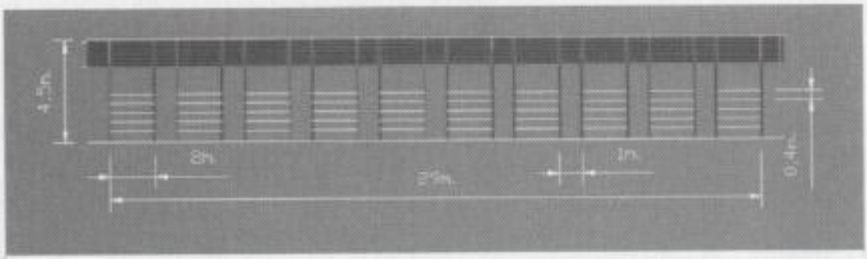


Fig. 07 Vista lateral

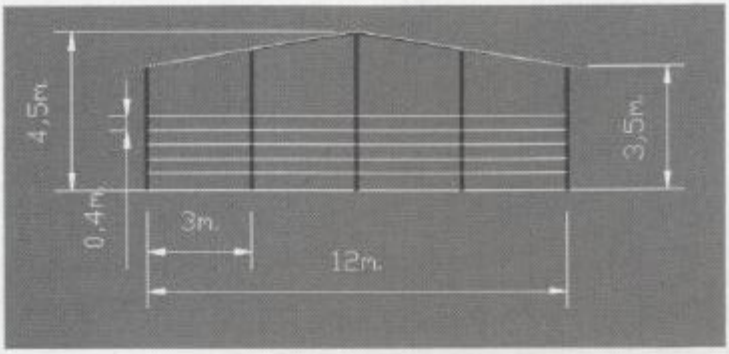
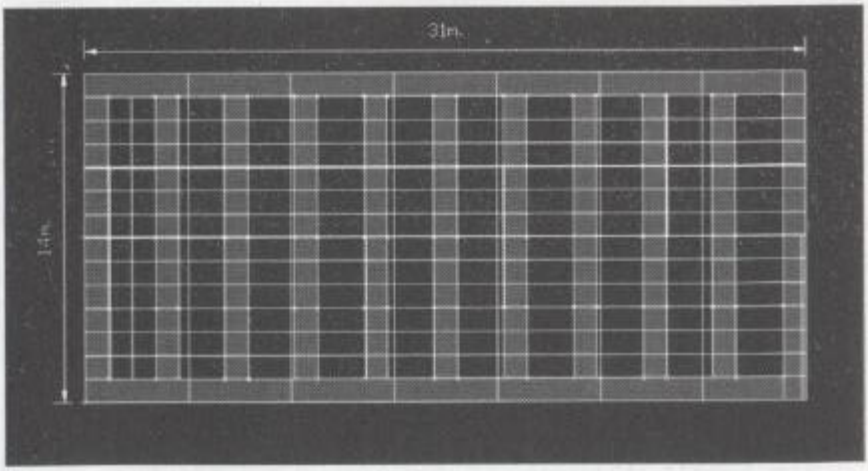


Fig. 08 Vista superior o de planta



Los planos detallados se pueden solicitar a:
ONG El Taller
Urb. Cabaña Maria J-5 II Etapa Cercado Arequipa
Telf. 054 201507
Cel. 054 959390165
Dirección electrónica antonio_garcia100@yahoo.es

ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO PARA MYPE DESHIDRATADORA DE HIERBAS ORGÁNICAS

Capacidad de secadero al 100% a partir del segundo año

INVERSIÓN FIJA

1. Inversión tangible

Terrenos y Edificaciones CONCEPTO	UM	CANTIDAD	P.U. S/.	Total S/.
Terreno planta de secado y proce_ samiento primario (no se incluye)	m2	0	30.00	0.00
Secador tipo galpón	secador	1	23371.00	23371.00
Imprevistos 5%				1168.65
Sub Total				24539.55
Muebles y Enceres CONCEPTO	**UM**	**CANTIDAD**	**P.U. S/.**	**Total S/.**
Escritorio	U	0	120.00	0.00
Sillas	U	0	40.00	0.00
Archivador Metálico A-4	U	0	120.00	0.00
Extinguidor 14kg	U	0	350.00	0.00
Botiquín	U	0	100.00	0.00
Otros 10%				0
Sub Total				0.00
Maquinaria y Equipo CONCEPTO	**UM**	**CANTIDAD**	**P.U. S/.**	**Total S/.**
Tamices de clasificación 3 niveles	U	1	2500.00	2500.00
Sistema de selección neumática	U	0	6000.00	0.00
Máquina trituradora para reducción de tamaño	U	0	3500.00	0.00
Balanza electrónica	U	1	1500.00	1500.00
Cosedora sacos semiautomática Fishbish	U	1	900.00	900.00
Otros 5%				245.00
Sub Total				5145.00

2. Inversión intangible

Terrenos y Edificaciones CONCEPTO	UM	CANTIDAD	P.U. S/.	Total S/.
Licencias	Licencias	1	350.00	350.00
Capacitación del personal	Capacitación	0	300.00	0.00
Transporte e instalación de equipos	Transporte	1	1500.00	1500.00
Ingeniería de edificaciones	Estudio	0	3500.00	0.00
Otros 10%				185.00
Sub Total				2035.00

Resumen de Inversión Total CONCEPTO	Total S/.
Inversión tangible	29684,55
Terrenos y Edificaciones	24539,55
Muebles enceres	0.00
Maquinaria y Equipo	5145,00
Inversión Intangible	2035,00
INVERSIÓN TOTAL S/.	31719,55

II. CAPITAL DE TRABAJO

COSTOS DE PRODUCCIÓN

1. Costos directos (mes)

Terrenos y Edificaciones CONCEPTO	UM	CANTIDAD	P.U. S/.	Total S/.	Total Año
Insumo Orégano fresco	Kg	15000	1.00	15000.00	60000.00
Insumo mejorana fresca	Kg	15000	1.00	15000.00	45000.00
Insumo tomillo fresco	Kg	15000	1.00	15000.00	30000.00
Supervisor de planta	mes	1	1000.00	1000.00	6000.00
Mano de obra semicalificada	mes	24	30.00	720.00	4320.00
Mano de obra no calificada (estibadores)	jornales	5	30.00	150.00	900.00
Sacos de Polopropileno	millar	1	1500.00	1500.00	1500.00
Hilos	canutos	3	3.00	9.00	54.00
Etiquetas				0.00	0.00
Otros 5%				0.00	0.00
TOTAL S/.				48379.00	147774.00

2. Costos indirectos (s/. año)

CONCEPTO	UM	CANTIDAD	P.U. S/.	Total S/.
Agua	meses	12	20.00	240.00
Electricidad	meses	0	45.00	0.00
Telefax	meses	0	30.00	0.00
Alquiler de local planta y almacén	meses	8	250.00	2000.00
Mantenimiento de equipos	meses	0	65.00	448.00
Otros 20%				
TOTAL S/.				2668.00

3. Depreciación (s/. año)

CONCEPTO	Total
Edificios	1226.98
Muebles/enceres	0.00
Maquinario y equipo	514.50
TOTAL S/.	1741.48

COSTOS OPERATIVOS

1. Costos administrativos

CONCEPTO	Mes S/.	Año S/.
Remuneración: administracion/contador	2000.00	16000.00
Personal eventual	100.00	800.00
Material de escritorio	30.00	240.00
Servicios	100.00	800.00
Otros	50.00	400.00
TOTAL S/.	2280.00	18240.00

2. Costos de comercialización y publicidad

CONCEPTO	Mes S/.	Año S/.
Remuneración: gerencia	0.00	0.00
Gastos Comercialización	300.00	3600.00
Promoción y Difusión	0.00	0.00
Otros	0.00	0.00
TOTAL S/.	300.00	3600.00

3. Resumen de capital de trabajo

CONCEPTO	Mes S/.	Año S/.
Costos de producción	0.00	150462.00
Costos de operación	0.00	18240.00
TOTAL S/.	0.00	168702.00

4. Resumen total de la inversión

CONCEPTO	Año S/.
Inversión Tangible	29684.55
Inversión Intangible	2035.00
INVERSIÓN FIJA	31719.55
Costos de Producción	150462.00
Costos Operativos	18240.00
CAPITAL DE TRABAJO	16870.20
TOTAL S/.	48589.75

FINANCIAMIENTO

Estructura del financiamiento

CONCEPTO	Mes S/.	Año S/.
Aporte de Financiera	29153,85	60.00
Aporte Propio	19435,90	40.00
TOTAL S/.	48589,75	100.00

SERVICIO DE LA DEUDA

CONCEPTO	Año S/.
Monto de crédito S/.	19435.90
Plazo	03 años
Periodo de gracia	02 trimestres
Tasa de interés internacional (livor) 9,6% trimestral	0.096

Periodo (Trimestral)	Saldo	Amortización	Interes	Total
1	29153.85		2798.77	1513.08
2	29153.85		2798.77	1513.08
3	26238.47	2915.39	2518.89	5434.28
4	23323.08	2915.39	2239.02	5154.40
5	20407.70	2915.39	1959.14	4874.52
6	17492.31	2915.39	1679.26	4594.65
7	14576.93	2915.39	1399.38	4314.77
8	11661.54	2915.39	1119.51	4034.89
9	8746.16	2915.39	839.63	3755.02
10	5830.77	2915.39	559.75	3475.14
11	2915.39	2915.39	279.88	3195.26
12	0.00	2915.39	0,00	2915.39
TOTAL S/.		29153.85	18192.00	44774.48

Año	Interés	Automatización	Total
1	10355.45	5830.77	16186.22
2	6157.29	11661.54	17818.83
3	1679.26	11661.54	13340.80
TOTAL S/.	18192.00	29153.85	47345.85

PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS DEL PROYECTO

1. Ingresos proyectados

Orégano orgánico

Orégano	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05
Volumen procesado (kilos de M.P.)	9000	9000	11250	11250	11250
Precio /kilo	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Ingreso bruto S/.	72000.00	72000.00	90000.00	90000.00	90000.00

Mejorana orgánica

Mejorana	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05
Volumen procesado (kilos de M.P.)	9000	9000	11250	11250	11250
Precio /kilo	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Ingreso bruto S/.	58500,00	58500,00	73125.00	73125.00	73125.00

Tomillo orgánico

Tomillo	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05
Volumen procesado (kilos de M.P.)	8182	8182	10227	10227	10227
Precio /kilo	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
Ingreso bruto S/.	69545.45	69545.45	86931.82	89931.82	89931.82

(**) El precio de venta / kg. considerado en la presente evaluación, corresponde a un producto con un contenido de impurezas menor o igual a 2.5%

2. Ingresos y egresos del proyecto

Concepto	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05
Venta de Productos	200045.45	200045.45	250056.82	250056.82	250056.82
INGRESOS S/.	200045.45	200045.45	250056.82	250056.82	250056.82
Costos de Producción	150462.00	150462.00	188077.5	188077.5	188077.5
Costos Administrativos	18240,00	18240.00	19699.20	19699.20	19699.20
Costos de Comercialización	3600.00	3888.00	4199.04	4534.96	4897.76
Costos Financieros (interés)	10355.45	6157.29	1679.26	0	0,00
EGRESOS S/.	182657.45	178747.29	213655.00	212311.66	212674.46
UTILIDAD BRUTA S/.	17388.019	21298.16	36401.82	37745.15	37382.36

3. Estado de perdidas y ganancias

Concepto	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05
Ingreso venta de productos	200045.45	200045.45	250056.82	250056.82	250056.82
Costos de producción	150462.00	150462.00	188077.50	188077.50	188077.50
UTILIDAD BRUTA S/.	49583.45	49583.45	61979.32	61979.32	61979.32
Costos de administración	18240.00	18240.00	19699.20	21275.14	22977.15
Costos de Comercialización	3600.00	3888.00	4199.04	4534.96	4897.76
UTILIDAD BRUTA OPERATIVA S/.	27743.45	27455.45	38081.08	36169.22	34104.41
Depreciación	1741.48	1741.48	1741.48	1741.48	1741.48
Costos Financieros (interés)	10355.45	6157.29	1679.26	0,00	0,00

UTILIDAD IMPONIBLE S/.	15646.53	15358.53	30182.31	32748.48	32362.93
Impuesto a la Renta	4694.00	4607.60	9054.70	9824.50	9708.90
UTILIDAD NETA S/.	10952.57	10750.97	21127.62	22923.94	22654.05

4. Flujo de caja del proyecto

Concepto	Año Cero	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05
Financiera Internacional	29153.85					
Aporte propio	19435.90					
INVERSIÓN	48589.75					
Venta de productos		200045.45	200045.45	250056.82	250056.82	250056.82
INGRESOS		200045.45	200045.45	250056.82	250056.82	250056.82
Costos de producción		150462.00	150462.00	188077.50	188077.50	188077.50
Costos administrativos		18240.00	18240.00	19699.20	21275.14	22977.15
Costos comercialización		3600.00	3888.00	4199.04	4534.96	4897.76
Depreciación		1741.48	1741.48	1741.48	1741.48	9708.88
Impuesto a la renta		4693.96	4607.56	9054.69	9824.54	9708.88
Saldo operativo		21308.02	21106.42	27284.91	24603.20	22654.05
FLUJO ECONÓMICO	-48589.75	21308.02	21106.42	27284.91	24603.20	22654.05
Costos financieros(interés)		1123.60	668.09	182.21	0.00	0.00
Amortización		5830.77	11661.54	11661.54	0,00	0,00
FLUJO FINANCIERO	-48589.75	14353.65	14607.56	15441.16	12941.66	22654.05

VANE(20.76%) S/. 68.002,23
TIRE 38%

VANF (20.76%) S/. 45.577,93
TIRF 18%

PUNTO DE EQUILIBRIO

CF / (1- CV / Y)

CONCEPTO	CF	CV	TOTAL
Costo de producción	2.688,00	147.774,00	
Gastos Administrativos	18240,00		
Gastos comerciales	3600		
Depreciación	1741,48		
Gastos financieros	1123,60		
Total S/.	27.393,08	147.774,00	175.167,08

Punto de equilibrio	104.834,66	Nuevos Soles por año

el taller
www.eltaller.org.pe
Cordaid
LOUVAIN
Développement