

# MANUAL DE SECADO SOLAR DE ESPECIES MEDICINALES Y AROMÁTICAS PARA PREDIOS FAMILIARES

**Autores:** Luján Banchero\*  
Sergio Carballo\*\*  
Juan Telesca\*\*\*

\* Ing. Agr., DIGEGRA - MGAP.

\*\* Ing. Agr.,M.Sc. (Programa Nacional de Investigación en Producción Hortícola, INIA Las Brujas, hasta 2007).

\*\*\* Bach. en Ingeniería Mecánica. Consultor Privado.

**Título:** MANUAL DE SECADO SOLAR DE ESPECIES MEDICINALES Y  
AROMÁTICAS PARA PREDIOS FAMILIARES

**Autores:** Luján Banchero  
Sergio Carballo  
Juan Telesca

© 2008, INIA - DIGEGRA - MGAP

ISBN: 978-9974-563-49-0

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA  
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay  
<http://www.inia.org.uy>

## Integración de la Junta Directiva

**Ing. Agr., Dr. Dan Piestun** - Presidente

**Ing. Agr., Dr. Mario García** - Vicepresidente



**Ing. Ind. Aparicio Hirschy**

**Ing. Agr. José Bonica**



**Ing. Agr. Rodolfo M. Irigoyen**

**Ing. Agr. Mario Costa**







**Ing. Agr., Ernesto Agazzi**  
Ministro

**Ing. Agr., Andrés Berterreche**  
Subsecretario

**Ing. Agr., Ricardo Aldabe**  
Director General de la Granja

**Ing. Agr., Rodolfo Favaro**  
Director Técnico

**Ing. Agr., Alfredo Traversa**  
Encargado de la Agencia Zonal NEC



# CONTENIDO

Pág.

1.- PRESENTACION .....	11
2.- PRODUCCIÓN DE PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES EN URUGUAY .....	12
3.- PROCESO DE COSECHA Y POSCOSECHA .....	13
3.1 Momento de cosecha .....	13
3.2 Aspectos a tener en cuenta en la cosecha .....	13
3.3 Proceso de poscosecha .....	14
a) Acondicionamiento .....	14
b) Oreo .....	15
c) Secado .....	15
d) Almacenamiento .....	21
e) Acondicionamiento para la venta .....	22
4.- ESTRUCTURAS PARA SECADO .....	23
4.1. Secado en bandejas al aire libre .....	23
4.2. Secado en galpón .....	23
4.3. Secaderos solares .....	24
4.3.1. Secaderos cubiertos con nylon negro .....	25
4.3.2. Secaderos cubiertos con polietileno transparente .....	25
4.4. Secaderos solares combinados .....	26
4.4.1. Macrotúnel .....	27
4.4.2. Secadero tipo invernadero con ventilación trasversal ...	31

4.4.3. Invernadero tradicional adaptado como secadero .....	32
4.5. Elementos complementarios del secadero .....	34
4.5.1. Bandejas y mesadas .....	34
4.5.2. Sistema de calefacción .....	36
4.6. Manejo del secadero .....	38
4.7. Mantenimiento e higiene de los secaderos .....	41
5.- ANEXOS .....	42
5.1. Lista de especies .....	42
5.2. Calendario de siembra de especies aromáticas y medicinales .....	43
5.3. Planilla cuaderno de campo .....	45
5.4. Aspectos a tener en cuenta en la construcción del secadero .....	45
6. FOTOGRAFÍAS DE ALGUNAS HIERBAS .....	48
7.- AGRADECIMIENTOS .....	53
8.- BIBLIOGRAFIA .....	54

## PRÓLOGO

Esta publicación presenta los resultados del proyecto “**Desarrollo de la Tecnología de Secado Solar Combinado, de Plantas Aromáticas y Medicinales para Predios Familiares**”. El mismo ha sido ejecutado por la Dirección General de la Granja (DIGEGRA-MGAP) y el INIA (Programa Nacional de Investigación en Producción Familiar, Estación Experimental Las Brujas “Wilson Ferreira Aldunate”) y financiado por el Programa de Plantas Medicinales del Mercosur (PLAMSUR-FIDA).

¿Qué es el PLAMSUR?

Es un Programa del Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA), entidad de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Tiene como metas mejorar los ingresos de los agricultores familiares mediante la diversificación de su producción, con cultivos de hierbas y plantas medicinales y su inserción en cadenas de producción de fitoterápicos, además de formar una red de intercambio de experiencias para promover la articulación entre los diversos actores de la cadena productiva. Actúa a nivel del MERCOSUR, en los siguientes países y regiones:

**Argentina:** en todo el país.

**Brasil:** en los estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina y Paraná.

**Paraguay:** en todo el país.

**Uruguay:** en todo el país.

Consideramos de suma importancia la publicación del presente manual a fin de difundir el conocimiento generado por las instituciones ejecutoras del proyecto, en conjunto con los grupos de productoras que participaron activamente del mismo. Este trabajo, estamos seguros, contribuirá a fortalecer la producción de medicinales y aromáticas en el país, ya que aporta en dos aspectos esenciales; a) la calidad de productos y b) el aprovechamiento de energías renovables, elementos que a su vez contribuyen a mejorar las condiciones de vida de las familias involucradas.

Finalmente un especial reconocimiento a las productoras, técnicos e investigadores que hicieron posible la concreción de este manual, que pensamos contribuye de manera importante a conseguir los objetivos planteados en el PLAMSUR.

## **p/Comité Regional de PLAMSUR**

Dra. Fátima Brandalise (Coordinadora Regional)

## **Comité Nacional de PLAMSUR (Uruguay)**

Dr. Alfredo Albin (Coordinador Nacional)

Sr. Hugo Bértola (Asociación de Productores Orgánicos del Uruguay-APODU)

Cdor. Tabaré Ribas (Cámara Uruguaya de Fitomedicamentos)

Ing. Agr. Diego Acosta (Programa Uruguay Rural-MGAP)

Ing. Agr. (M.Sc.) José Villamil (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria-INIA)

Q.F. Beatriz Luna (Ministerio de Salud Pública-MSP)

† Ing. Agr. (M.Sc.) Enrique Estramil (Facultad de Agronomía-UDELAR)

Ing. Agr. (M.Sc.) Margarita García (Facultad de Agronomía-UDELAR)

Dr. Horacio Heinzen (Facultad de Química-UDELAR)

# SECADO SOLAR DE ESPECIES MEDICINALES Y AROMÁTICAS PARA PREDIOS FAMILIARES

## 1.- PRESENTACIÓN

El presente Manual es uno de los productos del Proyecto “Desarrollo de la Tecnología de Secado Solar Combinado de Plantas Aromáticas y Medicinales para Predios Familiares”, llevado a cabo por DIGEGRA Agencia NEC (MGAP) e INIA Las Brujas, con el financiamiento del PLAMSUR.

Dicho proyecto se ejecutó durante enero 2007 y abril 2008 en el Noreste del Departamento de Canelones, con los Grupos de Mujeres Costas de Santa Lucía ubicado en las proximidades de Tala y Sureña de la Colonia Berro, Tapia.

Los objetivos del proyecto fueron:

- Ajustar la tecnología de secado solar para las diferentes especies aromáticas y medicinales.
- Evaluar los sistemas de secado utilizados actualmente por la población objetivo.
- Desarrollar un secadero solar combinado que permita mejorar la calidad de los productos a un mínimo costo.
- Ajustar las actuales estructuras en condiciones de predios familiares.
- Elaborar un manual de secado para predios familiares.

En el Manual se recoge la experiencia desarrollada en relación al proceso de secado de especies aromáticas y medicinales y se presentan tres tipos de secaderos solares diseñados, brindando elementos que pueden ser tomados como guía para aquellas productoras que estén vinculadas o deseen vincularse a la producción/recolección de hierbas medicinales y aromáticas.

Se trabajó en la modalidad de validación participativa, con las productoras planificando y monitoreando a nivel predial las recomendaciones que fueron surgiendo. Se procedió de la misma manera en el ajuste de las estructuras existentes como para la instalación de las nuevas estructuras. A nivel experimental se realizaron pruebas en forma simultánea en los secaderos de las productoras y en el secadero de INIA Las Brujas.

El equipo técnico estuvo integrado por:

DIGEGRA-MGAP los Ings. Agrs. Luján Banchemo, Adolfo Beracochea y Alfredo Traversa.

INIA Las Brujas los Ings. Agrs. Sergio Carballo y José Villamil.

Consultor Privado Bach. Ing. Mecánica Juan Telesca.

Estudiante avanzada de Agronomía Andrea Politti.

## **2.- PRODUCCIÓN DE PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES EN URUGUAY**

Las hierbas aromáticas y medicinales están constituidas por un grupo muy amplio y heterogéneo. Entre las mismas se encuentran especies como las aromáticas que se utilizan para condimento que son cultivadas, otras especies silvestres generalmente de uso medicinal que son fundamentalmente recolectadas en distintos lugares del país y algunas especies medicinales que son cultivadas.

La mayoría se comercializan secas o deshidratadas, enteras, fragmentadas o molidas, en tanto muy poca cantidad se comercializa en fresco (aromáticas de hojas).

Actualmente la producción/recolección de plantas medicinales y aromáticas se presenta como una alternativa de diversificación productiva para predios familiares, complementaria a la horticultura y/o a la producción animal.

Entre los factores limitantes para lograr productos de calidad que mantengan sus propiedades naturales de color, sabor y aroma se ubican las prácticas poscosecha, tanto a nivel del secado del producto así como de su posterior acondicionamiento y almacenamiento.

El principal factor limitante es la dificultad de realizar el secado en forma natural o en secaderos solares durante todo el año, dada las características climáticas de nuestro país, donde la elevada humedad ambiente y la ocurrencia de días lluviosos o nublados, incluso en verano, se presenta como una condicionante.

Esta situación conduce a la necesidad de disponer de estructuras de secado apropiadas a la producción familiar, que combinen para su funcionamiento la energía solar con otras fuentes.

### **3.- PROCESO DE COSECHA Y POSCOSECHA**

#### **3.1. Momento de cosecha**

El momento de cosecha o recolección de las plantas medicinales y/o aromáticas depende de cada especie y del órgano en el cual se encuentran los principios activos que le confieren su condición medicinal (ver cuadro 3).

- Hojas y tallos herbáceos: se cosechan al comienzo de la floración.
- Raíces, bulbos, rizomas: se cosechan durante el reposo vegetativo, en otoño o principios de invierno.
- Cortezas de tronco y ramas: se cosechan en la primavera, hasta principios del verano o en el otoño. Con ambiente húmedo se facilita el descortezado.
- Flores: se cosechan antes de abrirse totalmente.
- Semillas: se cosechan con la inflorescencia cuando están bien maduras o cuando el 50% pasa a color marrón, colocándolas luego a secar dentro del secadero, en bolsas de papel o de lienzo para evitar pérdidas de material.

#### **3.2. Aspectos a tener en cuenta al momento de la cosecha**

- Para el corte utilizar herramientas en buen estado, limpias y libres de desechos.
- Recolectar en las primeras horas del día, luego que secó el rocío y antes que el sol comience a calentar o al final de la tarde.

- No cosechar luego de la ocurrencia de lluvias pues el tenor de principios activos disminuye.
- Recolectar solamente la parte de la planta que se va a utilizar, dejando material para que se reproduzca.
- Seleccionar el material antes de cortar, descartando partes sucias, manchadas, decoloradas, enfermas y/o atacadas por insectos.
- No recolectar plantas al costado de carreteras, ni plantas que crezcan junto a aguas servidas o contaminadas por productos químicos.
- Colocar el material recolectado en bolsas de arpillera o plastillera limpias o en canastos, protegiéndolo del sol. Nunca dejar el material en contacto con el suelo.
- No compactar el material recolectado ya que esto favorece la fermentación y la pérdida de principios activos.
- Trasladar el material rápidamente al lugar donde se realizará el secado.
- No cosechar más material de la capacidad del secadero.

### 3.3. Proceso poscosecha

El proceso poscosecha abarca las siguientes etapas:

- a) acondicionamiento del material recolectado
- b) presecado u oreo
- c) secado
- d) troceado o molido
- e) almacenamiento

#### a) Acondicionamiento del material recolectado

Colocar el material recolectado sobre una superficie seca y limpia descartando material enfermo, manchado o sucio.

Pesar el material y registrar el dato en un cuaderno de campo.

Algunas especies pasan directamente a la etapa de secado y otras necesitan un oreo previo (ver cuadro 2).

**b) Oreo**

El material seleccionado se pesa y se extiende en capas finas sobre una superficie limpia, a la sombra, con el fin de que pierda parte de la humedad, removiéndolo con mucho cuidado para evitar la fermentación y enmohecimiento del mismo.

El proceso de oreo dura como máximo 1 día. Luego el material pasa al secadero.

**c) Secado**

El secado consiste en la extracción del agua en exceso. Para cada hierba existen valores preestablecidos de contenido de agua exigidos para su comercialización en seco (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Contenido máximo de agua para diferentes hierbas.

HIERBA	HUMEDAD MAXIMA
Albahaca	10 %
Laurel hojas	9 %
Eneldo	10 %
Orégano	11 %
Romero	9 %
Salvia	10 %
Estragón	10 %
Tomillo	9 %

Fuente: Fundación Chile, Proyecto FDI.

Un correcto secado permite:

- **evitar la proliferación de microorganismos**
- **evitar cambios de color y/o ennegrecimiento**
- **lograr un producto homogéneo, de buen color**
- **la conservación de las esencias y sustancias antioxidantes**

El proceso de secado depende de las condiciones ambientales que rodean al producto: **temperatura, humedad relativa y velocidad del aire.**

En general las condiciones ideales para el secado de hierbas son:

- **temperatura entre 30-40° C**
- **humedad relativa entre 40% y 60%**
- **tiempo de secado : 2 a 3 días en primavera-verano y de 3 a 6 días en otoño-invierno**

La pérdida de peso en el secado depende de la especie, del órgano y la época de recolección.

En el cuadro 2 se presentan para diferentes hierbas, la cantidad necesaria de material verde para lograr un kg de material seco.

Se considera que **las hierbas están secas cuando el estado al tacto de hojas, tallos o flores, coincide con el grado 3 de la siguiente escala:**

**Grado 1 = Oreada y blanda**

**Grado 2 = Seca y blanda**

**Grado 3 = Seca y semiquebradiza**

Como requerimiento de calidad las hierbas secas deben conservar su color natural.

Cada hierba tiene requerimientos propios para lograr un secado de calidad como se indica en el cuadro 3.

**Cuadro 2.** Kilogramo de hierba verde necesarios para obtener luego del secado 1 kg de hierba seca.

HIERBA (Nombre común)	Kg verde / Kg seco	Producto
Ajedrea	4	Hojas
Ajenjo	3	Hojas
Carqueja	3	Planta entera sin flor
Cedrón	4	Hojas
Centaurea	2,5	Planta entera
Eneldo	5	Hojas y tallo fino
Estragón ruso	5	Hojas
Laurel	4	Hojas
Llantén	5	Hojas
Malva	5	Hojas
Manzanilla	6	Flor
Mburucuyá	3	Hojas con tallo fino
Menta	6	Hojas con tallo fino
Melisa- Toronjil	6	Hojas con tallo fino
Marrubio	4	Planta entera sin flor
Milenrama	4	Hojas y tallo
Orégano	4	Hojas
Palma Imperial	4	Hojas
Pasto Limón	3	Hojas
Pata De Vaca	6	Hojas
Romero	4	Hojas
Salvia	4	Hojas
Tomillo	5	Hojas
Yerba Carnicera	4	Hojas con tallo fino

**Cuadro 3A.** Información de cosecha y secado de hierbas aromáticas.

Nombre común	Órgano utilizado	Momento de Cosecha	Entrada al secadero	Observaciones
Ciboulette	Hojas	Antes de la floración P-V-O	Se colocan las hojas cortadas a 1 cm	En verano cortar las flores para favorecer la producción de hojas
Cilantro	Hojas	Antes de la floración, todo el año	Se colocan las ramas enteras y luego se deshoja	Los frutos se secan con la inflorescencia
	Frutos	Cuando el 50% está color marrón en V		
Eneldo	Hojas	Antes de la floración, todo el año	Se colocan las ramas enteras y luego se pasa por zaranda o se deshoja a mano	De fácil secado. Los frutos se secan con la inflorescencia
	Frutos	Cuando el 50% está color marrón, en V		
Lavanda	Flores	En floración antes que se abran completamente en Verano	Se colocan las inflorescencias a la sombra	
Menta	Hojas y tallos finos	Antes de la floración V-O	Se colocan ramas con tallo fino trozadas, en capas finas	Colocarla con el secadero frío, de tardecita, sino queda negra Siempre secarla a la sombra
Orégano	Hojas	Al comienzo de la floración V-O	En ramas y luego se despalilla	Secar a la sombra
Perejil	Hojas			Se decolora fácilmente
Romero	Hojas		Rama entera	De fácil secado, se deshoja seco
Salvia	Hojas	Antes de la floración. P-V	Hojas y tallos finos trozados a 5 cm	
Ajedrea	Hojas	Antes de la floración V-O	Se coloca la rama entera	Se deshoja seca
Estragón ruso	Hojas	Antes de la floración P-V	Se coloca entero con rama	Queda negro si hay humedad o si se coloca directo al sol apenas cortado. Permite 2 o 3 cortes/ año
Tomillo	Hojas	Antes de la floración -P-V	Se coloca entero con rama	De fácil secado

**Cuadro 3B.** Información de cosecha y secado de hierbas medicinales.

Nombre común	Organo utilizado	Momento de cosecha	Entrada al secadero	Observaciones
Ajenjo	Hojas	Antes de la floración	Ramas enteras o cortadas a 10 cm	
Alcaucil	Hojas	Todo el año	Cortar las hojas por la nervadura central para facilitar el secado	
Caléndula	Flor	Todo el año Antes que las flores se abran totalmente		De difícil secado en invierno. Secar al sol directo salvo en verano, necesita sombreado
Carqueja	Hojas y tallos	Antes de la floración P-V	Entera sin raíz y sin flores	De fácil secado. En verano necesita sombreado. Es más fácil cortarla seca
Carnicera	Hojas y tallos finos	Antes de la floración	Ramas con tallo fino enteras o cortadas a 10 cm	De fácil secado. En verano secar a la sombra
Centaura	Hojas, tallos y flores	En floración V	Se coloca planta entera con flor, sin raíz	De fácil secado – Secar a la sombra
Cedrón	Hojas	Antes de la floración O-P-V	En ramas o deshojado	De fácil secado. Sol directo, a la sombra en verano. Permite 2 o 3 cortes por año.
Cola de Caballo	Hojas y tallo	Todo el año	Ramas enteras	De fácil secado. Sol directo
Epilobio	Hoja y tallo	Antes de la floración en V	Troceado antes de entrar al secadero	De fácil secado. Sol directo
Guaco		Antes de la floración P-V-I	Cosecharlo por la tarde. Se coloca deshojado o cortado con tallo fino.	De difícil secado. Se seca despajejo. Secar al sol directo

Referencias: P= primavera ; O= otoño ; V= verano

**Cuadro 3B.** Información de cosecha y secado de hierbas medicinales.

Nombre común	Organo utilizado	Momento de cosecha	Entrada al secadero	Observaciones
Hierba de San Juan	Hojas y tallos finos	Antes de la floración V	Se troza previo al secado	
Hipericum	Hojas y tallos finos	V	Se troza previo al secado	De fácil secado
Laurel	Hojas	Todo el año	Rama entera o deshojado	De fácil secado
Llantén	Hojas	P-V-I	Necesita oreo.	Al sol fuerte queda negro Secar a la sombra
Malva	Hojas y tallos finos		Hoja con tallito fino.	De fácil secado al sol
Manzanilla	Flores		Flores o planta entera (sin raíz) según destino comercial.	De fácil secado, al sol
Marcela	Hojas, tallos y flores	En floración O	Flores con tallito o planta entera (sin raíz) según destino comercial	Secado al sol,
Marrubio	Hojas y tallos	Antes de la floración	Planta entera sin raíz o cortada según destino comercial	Fácil secado. Al sol directo puede decolorarse.
Melisa o Toronjil	Hojas y tallos finos	Antes de la floración V-O	Se coloca picada	Secar a la sombra.
Mburucuyá	Hojas y tallos finos	Antes de la floración	Se coloca trozado o en rama	Secar a la sombra
Milenrama	Hojas y tallos finos	En floración V	Se coloca entera	Secado fácil.
Ortiga	Hojas	Antes de la floración	Se coloca hoja y tallos finos picados	
Palma imperial	Hojas	Antes de la floración	Se coloca ramas enteras, hoja y tallos finos	

**Cuadro 3B.** Información de cosecha y secado de hierbas medicinales.

Nombre común	Organo utilizado	Momento de cosecha	Entrada al secadero	Observaciones
Pasto limón	Hojas	Antes de la floración P-V-O	Hojas enteras	De fácil secado.
Pata de vaca	Hojas	Antes de la floración	Hojas con tallo fino	De fácil secado
Ruda	Hojas	Antes de la floración	En rama o trozada	

\* P: primavera, V: verano, O: otoño, I: invierno.

**d) Almacenamiento**

Una vez secas las hierbas, se pesan y se registra en el cuaderno de campo.

Se limpia cuidadosamente el material eliminando materias extrañas y órganos dañados o decolorados.

Inmediatamente, las hierbas se colocan en **bolsas de plastillera limpias bien cerradas**, identificadas con nombre de la hierba y fecha de envasado. Las bolsas se ubican en estantes, nunca sobre el piso.

El local de almacenamiento debe cumplir los siguientes requisitos:

- De fácil limpieza
- Paredes de material (barro, bloques revocados) pintado con colores claros
- Piso de hormigón
- Temperatura de confort (22º C)
- Sombreado
- Baja Humedad Relativa (igual o menor a 45%)
- Estanterías separadas de la pared y que permitan separar las especies para evitar intercambio de olores
- Contar con sistemas que prevengan el ataque de roedores, insectos, ácaros y hongos.

El producto debe almacenarse el menor tiempo posible para evitar la pérdida de calidad. El tiempo de validez a nivel comercial de las hierbas secas es de 2 años, por lo que es conveniente que **el tiempo de almacenamiento no supere los 6 meses.**

#### e) Acondicionamiento para la venta

El acondicionamiento para la venta depende del canal comercial y de la especie. Algunas se comercializan enteras, en tanto otras troceadas o molidas.

En algunas especies se realiza el corte en verde, previo al secado y en otras luego del secado (ver cuadro 3).

El troceado se realiza con cuchillo a mano, con tijera de esquilar, machete o con máquinas manuales o a motor, las que deben estar en condiciones adecuadas de higiene previo a su uso (figuras 1 y 2).

Para el traslado del material a granel al centro mayorista, materiales como las hojas y tallos secos que pueden ser comprimidos, se colocan en bolsas de plastillera limpias bien cerradas. Para el caso de flores que son sensibles a la manipulación, se pueden utilizar cajas de cartón.

Las bolsas y las cajas deben estar identificadas, con nombre de la productora, especie, peso y fecha de cosecha.



**Figura 1.** Trozadora manual.



**Figura 2.** Cortadora y moledora eléctrica.

## 4.- ESTRUCTURAS PARA SECADO

El secado puede realizarse al aire libre y al sol, a la sombra y bajo abrigo o en secaderos solares construidos para tal fin.

### 4.1. Secado al aire libre

Los productos son colocados sobre catres, chapas, telas, cajones, etc., exponiéndolos directamente al sol y se remueven periódicamente (figura 3).

Presentan los siguientes problemas:

- dependencia del clima
- manejo de volúmenes pequeños
- falta de higiene, imposible controlar insectos y roedores



**Figura 3.** Secado al aire libre en bandejas.

### 4.2. Secado a galpón

Se utilizan locales ventilados cubiertos tipo galpones, cobertizos, piezas de barro, etc., con techos de zinc o paja.

Las hierbas se colocan sobre catres, lienzos o malla sombra extendidas, colgadas de manera de permitir la circulación del aire. También se colocan en manojos colgados con alambres del techo.

Presentan los siguientes problemas:

- si la HR (humedad relativa) aumenta, el secado demora varios días lo que incide en la calidad del producto final
- algunas especies no pueden secarse bajo este sistema
- dificultad para controlar roedores e insectos

### 4.3. Secaderos solares

Son estructuras que utilizan la radiación del sol como fuente de energía. Ésta es una energía limpia, renovable y económica (figura 4).

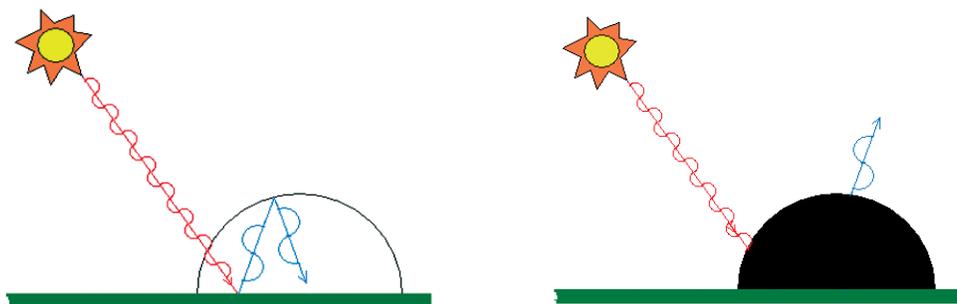
El aire puede ser movido por un ventilador y en este caso se llama secado forzado. Cuando se mueve naturalmente, se llama secado natural.

El CALOR NETO captado en promedio por los secaderos solares es aproximadamente:

240 W/m<sup>2</sup> en junio

830 W/m<sup>2</sup> en febrero

A modo de comparación: 1 rulo de estufa eléctrica aporta 700 W de potencia. Esto significa que en verano por cada m<sup>2</sup> de secadero, ingresa al secadero el calor equivalente a más de 1 rulo de estufa y en invierno 1/3 rulo de estufa por m<sup>2</sup>.



**Figura 4.** Comportamiento del nylon transparente y del nylon negro frente a la radiación del sol.

#### **4.3.1 Secaderos solares cubiertos de nylon negro (silopack)**

Son estructuras de madera (tipo casita a dos aguas) cubiertas con nylon negro de tipo silopack, con piso de tierra (figura 5).

El nylon negro no permite que ingrese la radiación directamente al secadero, lo que favorece el secado de especias que pierden el color verde con la exposición al sol.

Funcionan bien en verano ya que se mantiene la temperatura interna por debajo de los 40° C, pero en primavera, otoño e invierno no logran captar suficiente calor para lograr un secado de calidad.

Las hierbas se colocan sobre chapas de madera compensada o en bastidores recubiertos de malla sombra 80% o de lienzo.

Los problemas que presenta son:

- ineficiente para captar calor, salvo en verano
- dependencia del clima
- el piso de tierra aporta humedad al recinto y dificulta la higiene



**Figura 5.** Invernadero de nylon negro.

#### **4.3.2 Secaderos cubiertos con polietileno transparente**

Son estructuras sencillas, de madera y polietileno con piso de tierra. Son de bajo costo y de fácil armado.

Las hierbas se colocan sobre chapas de madera compensada o de bastidores recubiertos de malla sombra 80% o de lienzo.



**Figura 6 a y b.** Estructuras de nylon transparente.

Presentan problemas de:

- cerramientos adecuados
- dependencia del clima
- el piso de tierra aporta humedad al recinto y dificulta la higiene

#### **4.4. Secaderos solares combinados**

Para levantar las limitantes observadas en los secaderos solares que hoy por hoy funcionan en nuestro país debe incluirse una fuente alternativa de calor y piso de hormigón de manera que permita realizar el secado en forma eficiente a lo largo de todo el año, y que a su vez cumpla con los requerimientos de buenas prácticas de manejo.

A continuación se detallan tres sistemas de secaderos que cumplen con los requerimientos de buenas prácticas y captación de calor, en tanto difieren en la inversión inicial, costo operativo y vida útil, que fueron diseñadas en la ejecución del Proyecto PLAMSUR.

- 1) Macrotúnel.
- 2) Secadero solar combinado tipo invernadero.
- 3) Invernadero tradicional adaptado como secadero.

Los tres tienen aspectos en común:

- son de polietileno térmico transparente para ser más eficientes en la captación del calor solar
- utilizan estufa a leña como fuente complementaria de energía
- tienen piso de hormigón para lograr mejores condiciones de higiene

Presentan diferencias en cuanto a:

- inversión inicial
- durabilidad de estructura y polietileno
- costos operativos
- volumen de producto secado

A continuación se describen los tres sistemas mencionados.

#### **4.4.1. Macrotúnel**

Es un invernadero tipo túnel que utiliza la energía solar como fuente principal de energía y la circulación natural de aire.

Las dimensiones para predios familiares son de seis metros de largo por tres de ancho y 2,1 metros de altura. Colocando dos arcos más es posible extenderlo a ocho metros de largo y agregarle un alero de malla sombra de dos metros de largo.

La estructura metálica está conformada por arcos realizados de caño galvanizado de 1 ½'' de diámetro. Se puede utilizar como material alternativo más económico, varillas de construcción de 16 mm de diámetro.

Está construido sobre un piso de hormigón de 6 cm.

En una de las caras frontales tiene la puerta de entrada, con mosquitero y a ambos lados dos ventanolas con mosquitero a nivel del piso, que permiten el ingreso del aire al recinto.



**Figura 7 a y b.** Vistas frontal y trasera del secadero macrotúnel.

En la cara opuesta tiene una ventana provista de mosquitero a 1,5 m de altura para la salida del aire.

El material de cobertura es polietileno térmico transparente de 150 micrones, que se fija a la estructura a través de un sistema de perfil acanalado con un resorte de alambre.



**Figura 8.** Vista de estufa con chimenea aletada con salida por el techo de polietileno.

Como fuente alternativa de calor posee una estufa a leña cuya chimenea puede ser aletada para aprovechar el calor de los humos, ubicada en la parte posterior, junto a la ventana (figura 8) (ver 4.5.2).

El producto se coloca en bandejas individuales instaladas a ambos lados de la puerta en hileras de 8 hasta una altura de 10 bandejas (figura 9) (ver 4.5.1).

La capacidad máxima del macrotúnel es de 160 bandejas, lo que equivale a 160 kg de material aproximadamente (1 kg por bandeja) que pueden ser secados cada dos días. Suponiendo un rendimiento medio de 4:1 kg de hierba seca, se obtienen 20 kg de hierbas secas por día (600 kg por mes).



**Figura 9.** Distribución de bandejas.

**Cuadro 4.** Costo de construcción del secadero tipo macrotúnel.

Concepto	MATERIAL	DETALLLE (m)	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)	Total en (U\$S)*
Estructura	metálica	6x3x2,15	1	18300	18300	897
Piso	hormigón	7x4x0,06	28 m <sup>2</sup> x 6 cm	8015	8015	393
Cobertura	polietileno 150 micrones	8x12	96 m <sup>2</sup>	16,14	1550	76
Bandejas	madera, malla sombra 80 %	0,85x0,75	100	160	16000	784
Calefacción	estufa		1	2500	2500	123
Termómetro			1	300	300	15
Material para sombreado	malla sombra 80 %	3x4x6	72 m <sup>2</sup>	10,6	720	35
Mosquiteros	marco de madera con mosquitero		1	450	450	22
Costo total					47835	2345

\* El valor del dólar utilizado fue de \$ 20.40 el 7 abril de 2008.

Se estima una vida útil de 4 años para la cobertura de polietileno y más de 10 años para la estructura.

El costo de funcionamiento es de \$ 80 por secado (U\$S 3.9) en condiciones de frío, lluvia o alta humedad. En cada secado se consume alrededor de 80 kg de leña en promedio.

Ventajas del macrotúnel:

1. Ahorra energía pues el calor captado en condiciones favorables es el equivalente a 3 litros de gas oil o a 11 kg de leña quemados por hora.
2. El perfil aerodinámico le confiere mejor resistencia a los vientos.
3. Mayor luminosidad en el recinto al tener menos sombra sobre el producto.
4. Sus dimensiones se pueden ajustar a la cantidad de producto a secar.
5. Usos alternativos: deshidratado de frutas y hortalizas, curado de ajo, cebolla, boniato, zapallo y para almacenamiento de diversos productos.
6. La vida útil del polietileno es mayor por el sistema de fijación utilizado.



**Figura 10 a y b.** Algunos usos alternativos del secadero: deshidratado de hortalizas (a) y curado de boniato (b).

#### 4.4.2. *Secadero tipo invernadero con ventilación trasversal*

Son estructuras a dos aguas, de madera tratada (con sulfato de cobre o autoclave), piso de hormigón y estufa a leña tipo salamandra. El polietileno va fijo en los laterales y existen ventanas a ambos lados de la puerta para el ingreso del aire (cuadro 5).

En el lado opuesto a la puerta existe una ventana para permitir la salida del aire. De esta manera se logra mayor hermeticidad del recinto y conduce el pasaje del aire a lo largo del secadero.

El producto se coloca en mesadas o en bandejas.

Las dimensiones son: 4 m x 6 m x 3 m de altura en la cumbre.

Se estima una vida útil de 3 años para el polietileno y más de 8 años para la estructura.

Por sus dimensiones los costos de funcionamiento son similares al del macrotúnel, de \$ 80 por secado (U\$S 3.9) en condiciones de frío, lluvia o alta humedad.

En cada secado se consume alrededor de 80 kg de leña en promedio.

**Cuadro 5.** Costos de construcción del secadero tipo invernadero con ventilación trasversal.

ITEM	MATERIAL	TOTAL (\$)	Total en (U\$S)*
Estructura	madera	6450	316
Piso	hormigón	3640	179
Cobertura	polietileno 150 micrones	1480	73
Mesadas	madera, malla sombra 80 %	2102	103
Calefacción	estufa	2500	123
Termómetro		300	15
Material para sombreado	malla sombra 80 % (64 m <sup>2</sup> )	653	32
Mosquiteros		450	22
Costo total		17575	863

\* El valor del dólar utilizado fue de \$ 20.40 el 7 abril de 2008.

**Ventajas:**

- Al igual que el macrotúnel permite el ahorro de energía y tiene aplicaciones para el secado de otros productos.
- Puede ser construido por el productor
- Inversión inicial baja



**Figura 11.** Secadero tipo invernadero con ventilación transversal.

**4.4.3. Invernadero tradicional adaptado como secadero**

Es posible la utilización de un invernadero tradicional como secadero. Para tal fin es necesario colocarle piso de hormigón para asegurar la higiene y una estufa que permita secar cuando las condiciones no son favorables.

La ventilación se realiza levantando o bajando las cortinas y/o cerrando o abriendo la puerta.

A continuación detallamos los costos de construcción y adaptación para un invernadero tipo capilla, de 12 m de largo por 6 m de ancho y 4 m de altura en la cumbre (cuadro 6).

**Cuadro 6.** Costos de construcción de invernadero tradicional adaptado.

ITEM	MATERIAL	TOTAL (\$)	Total en (U\$S)*
Estructura	Madera	8300	407
Piso	Hormigón	9000	441
Cobertura	Polietileno 150 micrones antigoteo	2120	104
Mesadas	Madera, malla sombra 80 %	1500	74
Calefacción	Estufa	2500	123
Termómetro		300	15
Material para sombreado	Malla sombra 80 %	1020	50
Mosquiteros		450	22
Costo total		25190	1235

\* El valor del dólar utilizado fue de \$ 20.40 el 7 abril de 2008.

Para la calefacción se utiliza una estufa a leña realizada con un tanque de hierro o chapa (de 200 litros). El consumo aproximado es de 6 a 10 kg de leña seca por hora (ver 4.5.1).

El material se coloca sobre mesadas realizadas con varejones y malla sombra, de 1 m de ancho y de 10 m de largo y 1 m de altura. Están dispuestas en 3 hileras a lo largo del secadero (ver 4.5.2).

La capacidad máxima aproximada del secadero es de 80 kg de material (2 kg por m<sup>2</sup> aproximadamente) que pueden ser secados cada dos días. Suponiendo un rendimiento medio de 4:1 kg de hierba seca, se obtienen 10 kg de hierbas secas por día (300 kg por mes).

Debido a su mayor tamaño y a filtraciones de aire por el sistema de aberturas, los costos de funcionamiento son mayores a los del macrotúnel.

Se estiman unos \$160 por secado (U\$S 7.84) en condiciones de frío, lluvia o alta humedad. En cada secado se consume alrededor de 160 kg de leña en promedio. El costo operativo en condiciones favorables es nulo.

### Ventajas:

- Al igual que los anteriores permite el ahorro de energía y tiene aplicaciones para el secado de otros productos.
- Las adaptaciones son fácilmente realizadas por el productor
- Inversión inicial baja



**Figura 12.** Invernadero tradicional adaptado como secadero con estufa y piso de hormigón.

## 4.5. Elementos complementarios del secadero

### 4.5.1. Bandejas y mesadas

Las bandejas son bastidores contruidos de madera de 1½'' por 1" de espesor.

Para los secaderos descritos, las medidas recomendadas son 85 cm por 75 cm, con patas de 8 cm que permiten su apilamiento, facilitan la circulación del aire y evitar el contacto del material con el piso.

Como soporte llevan tejido mosquetero de malla fina y rígida. Para algunos productos se utiliza tela TNT (papel de arroz) de color blanco.



**Figura 13 a y b.** Bandejas para secado.

Las mesadas son construidas con varejones y malla sombra. Son de 1 m de altura, 1 m de ancho y 5 metros de largo (en función del largo del secadero). Pueden construirse también en forma de estante.



**Figura 14.** Mesadas en dos niveles.

#### 4.5.2. Sistema de calefacción

Se optó por el sistema de calefacción a leña porque funciona con un combustible barato para las productoras, con el cual a su vez están familiarizadas. A modo comparativo producir la misma energía con leña es cinco veces más barato que con gas.

La estufa está construida con un tanque, que dependiendo del tamaño del secadero, puede ser de 100 ó 200 litros, con puerta de alimentación, puertita para retiro de cenizas y caño de salida de 10 cm para conectar la chimenea.

La chimenea es de chapa galvanizada con aletas para mejorar la transferencia del calor que transportan los humos.

La salida del caño de la chimenea deber estar aislada del polietileno para que no lo dañe. Una opción es colocar un trozo de material aislante forrado de chapa, rodeando el caño en la zona donde cruza el polietileno.



**Figura 15.** Estufa tipo salamandra (a) y detalle de chimenea (b).

La chimenea puede salir por el techo o por la pared lateral a través del polietileno. .



**Figura 16.** (a) Salida de la chimenea a través del polietileno. (b) Vista del sistema de aislación.



Otra forma es fijar en la estructura del secadero una chapa con una abertura circular de 10 cm de diámetro por donde saldrá la chimenea de la estufa

**Figura 17.** Salida de la chimenea con sistema de abertura en chapa

Tanto en el macrotúnel como en el secadero tipo invernadero con ventilación transversal, la estufa se instala a un metro de la ventana posterior, sobre la línea del centro. En el invernadero adaptado para secadero, la estufa se instala cerca de la puerta de entrada, manteniendo una distancia de 1 m con las paredes de polietileno (cuadro 7).

**Cuadro 7.** Características de la estufa a leña (tipo salamandra).

<b>Estufa a leña</b>	Potencia útil*	10.000 Kcal/h
	Combustible	Leña en rolo o astilla seca
	Dimensiones	Tanque de 200 L
	Chimenea	1.5 m aletada
	Precio**	US\$ 122
	Consumo pico	5 kg de leña /h

\*valores aproximados.

\*\* El valor del dólar utilizado fue de \$ 20.40 el 7 abril de 2008.

#### 4.6. Manejo del Secadero

Esta etapa es fundamental para no tener pérdidas de producto y lograr la calidad requerida a nivel comercial.

##### a) Revisar los siguientes aspectos:

- Verificar la solidez de la estructura
- El secadero debe estar en condiciones óptimas de higiene
- Las bandejas y las mesadas deben estar limpias
- Verificar que el termómetro esté en buen estado
- Las aberturas deben estar en buen estado de manera que al cerrarlas no haya infiltraciones
- El estado del tejido mosquitero de las aberturas
- Prever el suministro de leña seca en rolos o astillas pequeñas

- Siempre que se prenda la estufa hay que supervisar su funcionamiento e inspeccionar la zona donde la chimenea atraviesa el polietileno. Al tacto esta zona debe estar a temperatura ambiente.
- Cuando se abran todas las aberturas se debe estar atento ante cambios bruscos del clima para poder actuar.

### b) Malla sombra

Cuando la temperatura máxima dentro del secadero supera los 40° C (mediados de primavera, verano, mediados de otoño), es necesario colocar malla sombra 80% cubriendo el secadero o en forma de túnel sobre las bandejas o mesadas.

Esto permite disminuir la temperatura y el efecto de la radiación del sol, logrando que el material conserve su color original.



**Figura 18 a y b.** Detalle de sistema de fijación de la malla sombra.

### c) Colocación del material en el secadero

Cuando se usan bandejas, el producto recién ingresado se coloca en la hilera superior de las bandejas.

Una vez que el producto ha perdido un 30-40 % de peso (aproximadamente luego de 1 día de secado), se apilan las bandejas hasta que se complete el secado, con lo que se logra espacio para ingresar más producto.

En invierno se cargan las bandejas con la mitad de la carga. Se debe remover el material, intercambiar de posición las bandejas y mantener la estufa prendida la mayor cantidad de horas posible.

Cuando se utilizan mesadas, el material debe ser distribuido a lo largo de éstas evitando amontonar el producto recién cosechado.

#### **Es fundamental observar las indicaciones del termómetro al menos dos veces al día en los momentos críticos de cada estación**

- Si la temperatura es mayor de 40° C abrir todas la ventanas.
- Si la temperatura no desciende, abrir la puerta y colocar el marco mosquitero en la misma.
- En verano colocar malla sombra 80% sobre el polietileno o en forma de túnel dentro del secadero.
- Cuando la temperatura baja de los 30° C, o existen condiciones de lluvia, y/o frío prender la estufa y cerrar las aberturas.
- Si las condiciones desfavorables continúan por varios días será necesario discontinuar el secado o colocar un ventilador para ayudar a secar el producto.

Cuando el producto está al tacto semiquebradizo (grado 3), ya está listo y se debe retirar del secadero hacia el lugar de almacenamiento o procesado.

#### 4.7. Mantenimiento e higiene de los secaderos

Se debe realizar un **mantenimiento semanal de la higiene** del recinto eliminando insectos, telas de araña, etc. Se debe barrer y en caso de ser necesario lavar el piso.

Luego de cada secado, limpiar bien las bandejas y/o mesadas con un cepillo, retirando restos que puedan haber quedado, de manera que no haya contaminación del material. Si es necesario, lavar las mismas.

Al menos dos veces por año se debe hacer una limpieza total del secadero y de todas las bandejas, lavando el interior del secadero al igual que las bandejas y/o las estructuras donde se apoya el material para el secado.

Hacer una inspección visual, observando la presencia de agujeros o roturas del polietileno y realizar la reparación correspondiente.

Inspeccionar la estufa después de cada lluvia para verificar que no haya entrado agua al sistema.

En la temporada que no se utiliza la estufa, ésta debe quedar totalmente limpia de cenizas.

## 5.- ANEXOS

### 5.1. Lista de especies

**Cuadro 8.** Plantas Medicinales.

Nombre común	Nombre científico
Ajenjo	<i>Artemisia absintum</i>
Caléndula	<i>Caléndula officinalis</i>
Carqueja	<i>Baccharis trimera</i>
Cedrón	<i>Aloysia citriodora</i>
Cule	<i>Psoralea glandulosa</i>
Cola de caballo	<i>Equisetum giganteum</i>
Guaco	<i>Mikania guaco</i>
Hierba de San Juan	<i>Hipericum perforatum</i>
Llantén	<i>Plantago sp.</i>
Malva	<i>Malva sp.</i>
Manzanilla	<i>Matricaria recutita</i>
Marcela	<i>Achyrocline satureioides</i> <i>Achyrocline flaccida</i>
Mburucuya	<i>Passiflora coerulea</i>
Ortiga	<i>Urtica urens</i>
Palma imperial	<i>Tanacetum vulgare</i>
Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata</i>
Pasto Limón	<i>Cymbopogon citratos</i>
Rama negra	<i>Senna corymbosa</i>
Ruda	<i>Ruta chalepensis</i> <i>Ruta graveolens</i>
Yerba carnícera	<i>Conyza bonariensis</i>
Yerba del pollo	<i>Alternantera pungens</i>

**Cuadro 9.** Plantas Aromáticas.

Nombre común	Nombre científico
Ajedrea	<i>Satureja hortensis</i>
Ají	<i>Capsicum annum</i>
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>
Ciboulette	<i>Allium sxhoenoprasum</i>
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>
Eneldo	<i>Anethum graveolens</i>
Estragón	<i>Artemisia dracunculus</i>
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>
Mejorana	<i>Origanum majorana</i>
Melisa o toronjil	<i>Melissa officinalis</i>
Menta	<i>Mentha piperita</i>
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>
Perejil	<i>Petroselinum crispum</i>
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>
Salvia	<i>Salvia officinalis</i>
Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i>

## 5.2. Calendario de siembra de especies aromáticas y medicinales

**Cuadro 10.** Plantación de hierbas aromáticas y medicinales.

Especie	Época de siembra	Forma de siembra
Ajedrea anual	Principio de primavera	Directo por semillas,
Ajedrea perenne	Otoño y principios de primavera En otoño en vivero Principios de primavera	Almácigos Estacas División de plantas (ramas enraizadas)
Ajenjo	Principios de primavera Fin de invierno Invierno	Semillas en almácigo Por estacas División de plantas
Albahaca	En julio-agosto bajo invernáculo De septiembre a diciembre a campo	Semillas en almácigo Directa por semillas
Anís	Mayo-junio	Directa por semillas
Caléndula	Enero a Julio	Directa por semillas, o en almácigos
Cedrón	Febrero-marzo Fin de invierno y primavera	Por estacas con talón Por acodos

**Cuadro 10.** Plantación de hierbas aromáticas y medicinales.

Especie	Epoca de siembra	Forma de siembra
Cilantro	Fin de mayo hasta agosto	Por semillas, directo
Comino	Fin de mayo hasta agosto	Por semillas, directo
Eneldo	Otoño, fin de invierno y principios de primavera	Por semillas, directo
Estragón ruso	Primavera Principio de primavera	Por semillas en almácigo Por estacas enraizadas y división de matas
Equinacea	Primavera	Por semillas en almácigo Por división de plantas
Guaco	Otoño (a partir de fin febrero) En julio- agosto	Por estacas Hojas con pecíolo en agua Por estacas protegidas con nylon
Hinojo	Agosto-septiembre	Por semillas, directo
Lavanda	Otoño y primavera Otoño-invierno	Semillas en almácigo previa estratificación Por estacas de 15-20 cm de largo
Llantén	Otoño y principios de primavera (septiembre)	Por semillas, en almácigo
Malva	Fin de invierno Principios de primavera	Por semillas en almácigos Por semillas, directo
Mburucuyá	Principios de primavera	Por semillas, en almácigo Por estacas leñosas con 3 nudos
Melisa o Toronjil	Julio Octubre	Por semillas, en almácigos protegidos Por semillas en almácigos al aire libre
Menta piperita	Primavera	Por trozos de estolones, división de plantas e hijuelos
Milenrama	Otoño Fin de invierno hasta octubre	Por estacas Por división de planta madre Semillas en forma directa
Orégano	Otoño y primavera Primavera	Por gajos o división de matas Por semillas en almácigos
Palma imperial (Tanaceto)	Primavera	Por semillas o por división de plantas.

Fuente: DIGEGRA – Agencia NEC- 2005

### 5.3. Planilla cuaderno de campo

**Cuadro 11.** Ejemplo de planilla cuaderno de campo.

Especie cosechada	Fecha ingreso al secadero	Peso verde en kg	Fecha salida del secadero	Peso seco en kg

### 5.4. Aspectos a tener en cuenta para la construcción de secaderos

#### 1. Selección del lugar

- de fácil acceso
- que no se inunde cuando llueve ni esté en desnivel
- alejado de construcciones o árboles que impidan la incidencia del sol
- alejado de lugares que puedan provocar contaminación del producto
- en lo posible a menos de 30 metros de la alimentación eléctrica

#### 2. Orientación

La ubicación respecto al movimiento del sol en nuestras latitudes no es una limitante, pero debido a consideraciones de uniformidad de la captación de calor, así como de luminosidad, se propone la orientación norte-sur.

#### 3. Construcción del contra-piso

Esto es fundamental para dar solidez al piso.

Primero se marca el terreno delimitando el lugar.

Luego se coloca tosca, balasto o escombros, se nivela y se compacta el contrapiso con un pisón.

#### 4. Hormigón del piso y estructura

Se recomienda un piso de hormigón de por lo menos 3 cm de espesor.

Con 6 cm de espesor se logran los mejores resultados de resistencia.

Los materiales necesarios para un piso de 25 m<sup>2</sup> y 6 cm de espesor son:

- 1.5 m<sup>3</sup> de pedregullo de río
- 1 m<sup>3</sup> de arena
- 11 bolsas de portland de 50 kg
- 25 m<sup>2</sup> de malla metálica de 20 x 20 cm

En el caso del macrotúnel, la estructura metálica se coloca en el momento de hormigonar, fijando la misma al piso.

En el caso del secadero tipo invernadero, se colocan los postes y las tablas del encofrado antes de hacer el piso.

#### 5. Colocación del Polietileno

Colocar un día que no haya viento y a la hora de mayor temperatura para que el polietileno dilate. Desarrollar el polietileno en uno de los laterales del secadero de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Se debe verificar que el grabado de letras en el polietileno se pueda leer desde adentro.

En el caso del macrotúnel, colocar el polietileno sobre la estructura metálica, estirarlo y afirmarlo en las baguetas (figura 19 a y b).



**Figura 19 a y b.** Fijación del polietileno mediante baguetas metálicas.

En el caso de invernaderos de estructura de madera, éste se puede enterrar o clavar en las tablas del encofrado del piso.



**Figura 20.** Detalle de sujeción del polietileno a la estructura de madera.

## 6. Colocación de la malla sombra, en el verano

Se clavan estacas a ambos lados del secadero y se extiende la malla sobre el polietileno. Luego se ata en las estacas de manera que sea sencillo arrollarlo o desatarlo cuando se requiera (ver figura 18 a y b).

## 6. FOTOGRAFÍA DE ALGUNAS ESPECIES



Carnicera.



Orégano.



Diente de León.



Carqueja.



Milenrama.



Menta.



Palma Imperial.



Melisa/Toronjil.



Marrubio.



Ajenjo.



Salvia.



Tomillo.



Caléndula.



Cedrón.



Manzanilla.



Barba de choco.



Anacahuita.



Llantén.



Sen.



Ortiga.



Estragón.



Manzanilla.



Mburucuya.



Cilantro.



Alcaucil.



Marcela.



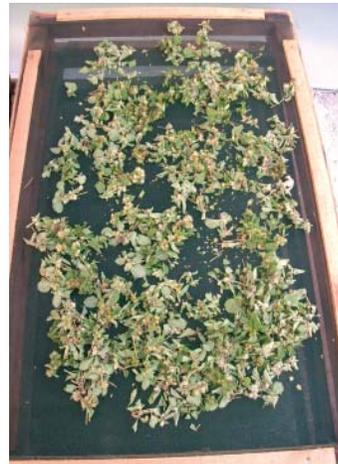
Centaura.



Pasto limón.



Culé.



Yerba del pollo.

## 7. AGRADECIMIENTOS

A las productoras que participaron en este proyecto por su empeño, apoyo y cariño. Además de ser madres, compañeras y amas de casa son incansables trabajadoras e investigadoras.

A las integrantes de la Cooperativa CALMAÑANA por los aportes desde sus experiencias en el manejo del secado solar de hierbas.

Al Ing. Agr. Enrique Lerena por su desinteresado apoyo y su profesionalismo en el tema.

## 8.-BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, E.; Bassagoda, M.; Ferreira, J.** 2007. Yuyos, Uso racional de las plantas medicinales.
- Castro Melo, E. et al.** 2004. Influence of the Drying Process on the Quality of Medicinal Plants – Revision; Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.12, n.4, 307-315.
- Correa J.; Cirino; Chau Ming, Lin.; Scheffer, M.** 1991. Cultivo de Plantas Mediciniais Condimentares e Aromaticas Emater- Paraná .
- Incropera, Frank P.; De Witt, David, P.** 1990. Fundamentals of heat and mass transfer, 3ª Ed.; J. Wiley & Sons, USA.
- Iteipmai Publications.** 1995. Le Séchage, des principes á la définition de votre installation ; Plantes a parfum médicinales et aromatiques ; France.
- Lombardo, A.** 1969 . Plantas Medicinales de la Flora Indígena. Banco de Seguros del Estado-Almanaque 1969.
- Matallana, A.; Montero Camacho, J.** 1995. Invernaderos. Diseño, construcción y climatización; 2ª Ed.; Edic. Mundi-Prensa, España.
- Müller, J.; Heindl Albert.** 2006. Springer; Drying Of Medicinal Plants; Chapter 17; R.J. Bogers, L.E. Craker and D. Lange (eds.), Medicinal and Aromatic Plants, 237-252; Printed in the Netherlands.
- Muñoz López de Bustamente, F.** 1987. Plantas Medicinales y Aromáticas – Estudio, cultivo y procesado. Ediciones Mundi Prensa, Madrid.
- Plantas Mediciniais.** 2006. Orientações gerais para o cultivo –Ministerio da Agricultura Pecuária e Abastecimento Brasilia.
- Schenzer, D.; Telesca, J.** 2001. Rediseño y valoración del sistema de curado en Macrotúnel; Informe final del proyecto FPTA/86 INIA-Universidad de la República (IMFIA), Uruguay.
- Troncoso, N.** 2005. Orégano y romero aspectos de calidad y secado; Proyecto FDI AT-11; Jornada de Difusión en Putaendo; Chile.

[www.herbotecnia.com.ar](http://www.herbotecnia.com.ar)

---

Impreso en los Talleres Gráficos de  
Editorial Hemisferio Sur S.R.L.  
Montevideo - Uruguay

Depósito Legal : 343-804/08