

11100
F981
/ 3066 c.1

Como producir y procesar

Plantas medicinales y aromáticas de calidad



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN



UNIVERSIDAD DE
TALCA



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

Hermine Vogel
Marisol Berti

Colaboradoras:
Felicitas Hevia
Ligia Morend
Mirtha Parada
Ximena Polanco
Claudia Tramón

Este documento fue realizado, con el apoyo de FIA, por la Universidad de Concepción (Fac. de Agronomía) y la Universidad de Talca (Fac. de Ciencias Agrarias). La elaboración estuvo a cargo de las especialistas Hermine Vogel (coordinadora, U. de Talca) y Marisol Berti (coordinadora, U. de Concepción) y contó con la colaboración de Felicitas Hevia, Ligia Morend, Mirtha Parada, Ximena Polanco y Claudia Tramón.

Hermine Vogel es ingeniero agrónomo y doctora en Ciencias Agrarias de la Universidad Técnica de München (Alemania). Académico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Talca.

Marisol Berti D. es ingeniero agrónomo de la P. Universidad Católica de Chile, Master of Science en producción de cultivos de la North Dakota State University (Estados Unidos). Académico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción.

Felicitas Hevia H. es licenciada en Química de la Universidad de Concepción, Magister en Ingeniería Agrícola de la misma universidad. Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción.

Ligia Morend V. es ingeniero agrónomo de la Universidad Católica de Valparaíso. Académico a tiempo parcial de la Facultad de Agronomía de esa misma universidad.

Mirtha Parada V. es químico farmacéutico de la Universidad de Chile. Trabaja en el Depto. de Control Nacional, Unidad de Productos Farmacéuticos Complementarios del Instituto de Salud Pública.

Ximena Polanco G. es químico farmacéutico de la Universidad de Chile. Gerente General del laboratorio de su mismo nombre.

Claudia Tramón P. es ingeniero civil químico de la Universidad de Concepción. Ingeniero de proyectos en la Unidad de Desarrollo Tecnológico de esa universidad y colaboradora docente de su Departamento de Ingeniería Química.

Cómo producir y procesar

Plantas medicinales y aromáticas de calidad

Fundación para la Innovación Agraria
Ministerio de Agricultura

Santiago de Chile
2003

ISBN 956-7874-26-3

Registro de Propiedad Intelectual
Fundación para la Innovación Agraria
Universidad de Concepción
Universidad de Talca
Inscripción N° 130.889

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida,
siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Santiago, Chile
Enero de 2003

Fundación para la Innovación Agraria
Av. Santa María 2120, Providencia, Santiago
Fono (2) 431 30 00
Fax (2) 334 68 11

Centro de Documentación en Santiago
Fidel Oteíza 1956, Of. 21, Providencia, Santiago
Fono/Fax (2) 431 30 30
E-mail ajofre@fia.gob.cl

Centro de Documentación en Talca
6 Norte 770, Talca
Fono/Fax (71) 218 408
E-mail cedoc07@fia.gob.cl

Centro de Documentación en Temuco
Bilbao 931, Temuco
Fono/Fax (45) 743 348
E-mail cedoc09@fia.gob.cl

E-mail fia@fia.gob.cl
Internet www.fia.gob.cl

Presentación

El rubro Plantas Medicinales y Aromáticas reúne un conjunto de especies que poseen principios químicos, conocidos como ingredientes activos, que proporcionan una utilidad diferente a la nutrición, en los campos de la medicina, la perfumería, la cosmética, la industria condimentaria y la creación de algunos productos de uso industrial y de aplicación en la agricultura u otras actividades económicas. Estos principios activos pueden encontrarse en las diversas partes botánicas de las plantas, que incluyen las hojas, las flores, los tallos, las semillas, las raíces u otras.

Los principales demandantes de materia prima deshidratada proveniente de plantas medicinales y aromáticas son los países industrializados, los cuales a la vez, producen un número importante de las especies utilizadas por sus industrias farmacéuticas, cosméticas y alimenticias, ya que disponen de las variedades, técnicas de cultivo intensivas y procesos que les permiten abastecerlas competitivamente.

La competencia internacional ha estado más abierta a aquellos casos en que la tecnología o las prácticas de producción permiten obtener productos a menores costos o calidades significativamente mejores fuera de los países que son principales demandantes.

Chile ha encontrado oportunidades interesantes para ciertas especies, basadas en demandas específicas y de carácter más bien eventual, frente a las cuales las exportaciones del país se han sustentado inicialmente en la recolección. En virtud de las exigencias de los mercados en cuanto a rendimiento en volumen y concentración de principios activos, se han creado las condiciones para generar en Chile una transición del rubro hacia un proceso de cultivo incorporando mayor tecnología.

Esa transición comenzó en la última década, con una inversión en investigación y desarrollo liderada por empresas privadas e instituciones públicas. De este modo, se ha ido confor-

mando gradualmente una nueva fase de desarrollo del rubro en nuestro país, en la cual se han incorporado nuevas tecnologías de cultivo y se han diversificado especies y variedades, lo que ha permitido ampliar la oferta nacional, incluyendo el procesamiento primario dentro de su fase agroindustrial (secado de especies medicinales).

A la vez, en el mercado nacional existe una demanda pequeña pero permanente por especies de buena calidad, que se encuentra asociada a la industria farmacéutica, cosmética, laboratorios homeopáticos, elaboración de bolsitas de infusiones (té) y usos en la medicina complementaria, en la cual laboratorios farmacéuticos tradicionales han incorporado en los últimos años nuevas líneas de productos naturales.

Otra línea de demanda la constituye la industrialización con el fin de obtener extractos y aceites esenciales, actividad que necesita abastecerse de materia prima de calidad, si bien estos productos carecen en el país de un mercado estable y sólo abarcan ciertas especies, las que varían año tras año dependiendo del comportamiento de la demanda.

Este escenario indica que para este sector en Chile existen diversas oportunidades vinculadas a la diversidad de especies que el mercado requiere, siempre y cuando se aborden aquellos aspectos que hoy limitan su desarrollo. Entre estos, el principal factor que se debe considerar es la calidad de los productos ofrecidos y, complementariamente, el estar alerta a los constantes cambios que muestra este dinámico mercado, de manera de tener la capacidad de reaccionar en forma oportuna y responsable.

Frente al desafío de calidad planteado, la Fundación para la Innovación Agraria estimó oportuno en el año 2002 impulsar la elaboración de un documento técnico orientado a sistematizar y dar a conocer las pautas de producción de especies medicinales y aromáticas, teniendo presentes aspectos de calidad y exigencias de calidad en la producción y elaboración de productos en base a estas especies. El objetivo era entregar al sector la información necesaria para abordar el tema de la calidad en la producción y procesamiento de plantas medicinales y aromáticas, con el fin de responder adecuadamente a las demandas del mercado y fortalecer así el desarrollo de esta actividad productiva en el país.

Fue así como se aprobó la propuesta para la elaboración del presente documento, presentada por la Universidad de Concepción (Facultad de Agronomía), con la participación como entidad asociada de la Universidad de Talca (Facultad de Ciencias Agrarias).

Al dar a conocer esta publicación, FIA espera que ella represente una herramienta de apoyo para productores, productoras, profesionales e investigadores vinculados al rubro y que contribuya a impulsar el desarrollo competitivo de esta actividad en el país.

Índice

1. ¿QUÉ ES CALIDAD EN PLANTAS MEDICINALES Y AROMÁTICAS?	7
<i>Hermine Vogel</i>	
2. EL CULTIVO Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD EN ESPECIES MEDICINALES Y AROMÁTICAS	17
2.1 Planificación del cultivo	17
<i>Hermine Vogel</i>	
2.2 Material genético	23
<i>Hermine Vogel</i>	
2.3 Manejo de cultivo y su efecto sobre la calidad	33
<i>Marisol Berti, Hermine Vogel, Felicitas Hevia</i>	
2.4 Producción orgánica de plantas medicinales y aromáticas	51
<i>Ligia Morend</i>	
3. COSECHA Y POSTCOSECHA	61
<i>Hermine Vogel, Felicitas Hevia</i>	
4. DESHIDRATADO DE PLANTAS MEDICINALES	77
<i>Felicitas Hevia, Claudia Tramón</i>	

5. PRODUCCIÓN DE ACEITES ESENCIALES Y CALIDAD	99
<i>Ligia Morend</i>	
6. FABRICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE FITOFÁRMACOS	111
<i>Ximena Polanco</i>	
7. LEGISLACIÓN CHILENA SOBRE FITOFÁRMACOS Y PRODUCTOS NATURALES	129
<i>Mirtha Parada</i>	

ANEXOS

ANEXO 1 NOMBRES CIENTÍFICOS Y COMUNES DE ESPECIES VEGETALES	137
ANEXO 2 PRODUCTOS Y PRÁCTICAS UTILIZADOS EN LA AGRICULTURA ORGÁNICA	141
ANEXO 3 PAUTAS PARA LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN PLANTAS MEDICINALES Y AROMÁTICAS	147
ANEXO 4 PRINCIPIOS Y PAUTAS PARA LA ADECUADA RECOLECCIÓN SILVESTRE DE PLANTAS MEDICINALES Y AROMÁTICAS	159

¿Qué es calidad en plantas medicinales y aromáticas?

Hermine Vogel

El concepto de calidad en plantas medicinales es complejo y de la mayor relevancia, dado que el material es de alta heterogeneidad y será usado con fines médicos.

Las plantas medicinales y aromáticas pertenecen a distintas especies y familias botánicas, que obedecen a variadas condiciones ambientales. Además, se usan diferentes órganos, que pueden ser raíces, hojas, tallos, corteza, flores, semillas u otros. A pesar de la heterogeneidad propia de este grupo de especies vegetales, todas se caracterizan por poseer algún compuesto o grupos de compuestos con actividad terapéutica o, en el caso de las especies aromáticas, también se consumen por sus cualidades culinarias de aroma y sabor específico.

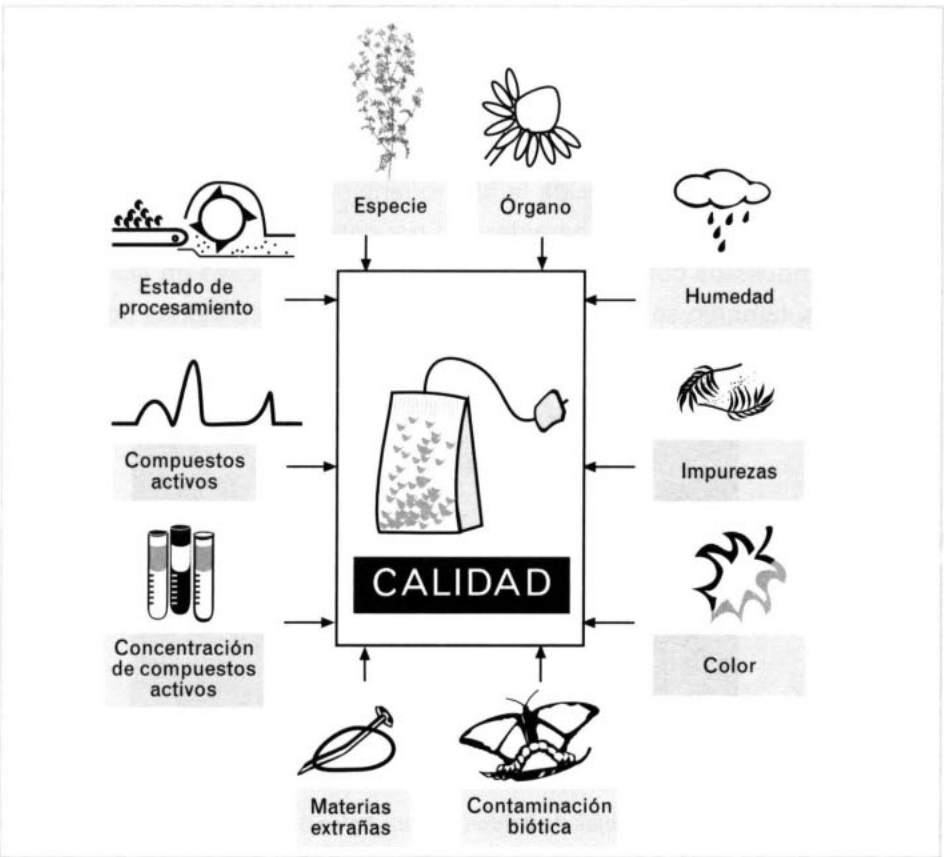


Hojas de boldo (*Peumus boldus*)

Con el fin de garantizar la calidad, se recomienda establecer un sistema de control que comience con el cultivo y postcosecha, que incluya los análisis de identidad botánica y la pureza. La calidad visible o "externa", además de la especie botánica y los órganos, se califica según el estado de procesamiento, el color y el olor.

Factores de calidad "interna", como el contenido de humedad, los principios activos, la carga microbiana y la contaminación por metales pesados o radioactividad requieren de sensibles análisis en el laboratorio. La concentración y composición de los principios activos se aseguran por la identidad botánica correcta de la planta y la selección de los órganos específicos, pudiéndose alterar por un mal manejo del producto vegetal o por exposición a condiciones ambientales desfavorables.

Figura 1.1
Factores que determinan la calidad en plantas
medicinales y aromáticas



Cuadro 1.1
Calidad de plantas medicinales y aromáticas y factores que la afectan

CARACTERÍSTICA DE CALIDAD	CAUSAS DE PÉRDIDA DE LA CALIDAD
Identidad botánica	Error en la determinación taxonómica Nombres comunes iguales para diferentes especies Falta de recolectores calificados
Parte botánica	Recolección por peso Desconocimiento de la distribución de principios activos en una planta Técnica de cosecha (altura del corte, momento, etc.) Mecanización del procesamiento
Estado de procesamiento	Mecanización en la producción Mal manejo en cosecha y postcosecha Mal manejo del producto deshidratado (compresión, apilar sacos)
Materias extrañas	Exposición a polvo y tierra (depositar la hierba cosechada sobre el suelo, caminos de tierra al lado) Deficiente control de malezas Falta de limpieza de herramientas e implementos Proceso de selección poco efectivo
Contaminación biótica	Falta de higiene Microflora natural Factores como la temperatura y humedad que favorecen el crecimiento de los microorganismos
Contaminación abiótica	Cultivo y procesamiento en ambientes contaminados Fertilizantes
Contenido de humedad	Cosecha de material húmedo Humedad ambiental alta Problemas de almacenamiento Lluvia durante la cosecha o transporte
Color	Manejo inadecuado en postcosecha (tiempo que transcurre entre cosecha y secado; temperatura de secado, ventilación) Falta de selección de partes descompuestas durante cosecha y procesamiento
Composición de los principios activos	Material genético (quimiotipos) Órgano de la planta Momento de cosecha Metodología /tecnología de procesamiento
Concentración de los principios activos	Material genético (quimiotipos) Órgano de la planta Momento de cosecha Tratamiento en postcosecha : secado y almacenamiento Exposición a luz y humedad

El Cuadro 1.1 lista los principales problemas o factores que pueden afectar a los diferentes caracteres de calidad.

Identidad botánica de la especie

En el mundo existen miles de especies vegetales con uso medicinal, algunas conocidas en varias culturas, pero con nombres comunes diferentes en cada grupo étnico o que varían de una región a otra. Por otra parte, con el descubrimiento de América los europeos clasificaron muchas especies del Nuevo Mundo y para algunas de ellas usaron nombres de especies ya conocidas por ellos y que presentan cierta similitud con las plantas desconocidas. Así, por ejemplo, el «canelo» (*Cinnamomum verum*), árbol originario de Asia cuya corteza es la fuente de la canela, dio nombre al árbol sagrado de los Mapuche, llamado por ellos «foique» o «voigue» (*Drimys winteri*). El «matico» chileno es taxonómicamente clasificado como *Buddleja globosa*. Sin embargo, por su uso como cicatrizante se le llama por el mismo nombre común que dos especies medicinales peruanas con similares acciones terapéuticas (*Piper angustifolium* y *Junjia paniculata*).

En Chile existen también especies botánicamente distintas que comparten el mismo nombre común. Por ejemplo, por «bailahuén» se entiende principalmente la especie *Haplopappus baylahuen*, pero en las distintas regiones se comercializan otras especies del género *Haplopappus* como «bailahuén». En Santiago se usa principalmente *H. multifolius* y en las regiones VI y VII *H. taeda*. Otro ejemplo es el «toronjil», nombre con el cual se conocen dos especies que tienen diferente uso medicinal, *Melissa officinalis* y *Marrubium vulgare*.

Todas las especies poseen principios activos o metabolitos secundarios característicos, por lo que cualquier confusión provocada por el uso de nombres comunes puede tener graves consecuencias en el empleo de las hierbas. El conocimiento y la identificación botánica son claves para obtener un producto medicinal de calidad. Por ello, los laboratorios de control deben contar con un herbario de referencia.

Parte botánica

Las plantas medicinales y aromáticas tienen los principios activos distribuidos en órganos o partes específicas como muestra el ejemplo de la amapola (*Papaver somniferum*). Los alcaloides del opio se encuentran en el látex de la cápsula, pero las semillas que están contenidas en la cápsula están libres de estos compuestos e incluso se utilizan en repostería. En manzanilla, los compuestos activos medicinales se encuentran concentrados principalmente en las inflorescencias y en menor escala en hojas y tallos. Un producto de alta calidad es, en este caso, aquel que tiene un mayor porcentaje de flores. Un caso similar lo constituye el hipérico o hierba de San Juan, cuyo principio activo es la hipericina, un compuesto que se encuentra en toda la planta, principalmente en las flores y particularmente en las anteras de éstas, mientras que las hojas y tallos contienen, respectivamente, sólo un 25 y un 3% de la concentración presente en las flores¹.

Estado de procesamiento

Habitualmente, para mantener la calidad, el producto cosechado es deshidratado y se debe conservar lo más íntegro posible, para evitar pérdidas de el o los compuestos activos. Cuando un producto vegetal aromático se encuentra muy fraccionado, libera fácilmente sus principios activos, disminuyendo de esta forma los contenidos del compuesto activo en la droga y con ello, la calidad.

El hipérico, después de cosechado y secado, es cortado y tamizado. Dado que las hojas, flores y tallos se comportan de diferente forma durante el corte, resulta un material con granulometría heterogénea. En la fracción más fina se encuentran mayoritariamente los pétalos y anteras de las flores², en la intermedia las hojas y en la más gruesa los tallos. Por esta razón, la fracción más fina contiene una mayor proporción de los principios activos que las más gruesas. Para mantener un producto rico en hipericina, el productor debe evitar la pérdida de las anteras, cosechando a inicios de floración y sin el fraccionamiento, si no cuenta con instalaciones apropiadas.

El uso final del producto condiciona el tamaño de partículas del material vegetal. Por ejemplo, para los téis de hierbas (bolsitas o filtretas) se requiere de

corte fino. La uniformidad y reproducibilidad de un producto medicinal son fundamentales, por lo que es necesario establecer el tamaño de fraccionamiento con un porcentaje máximo de partículas finas.

Impurezas



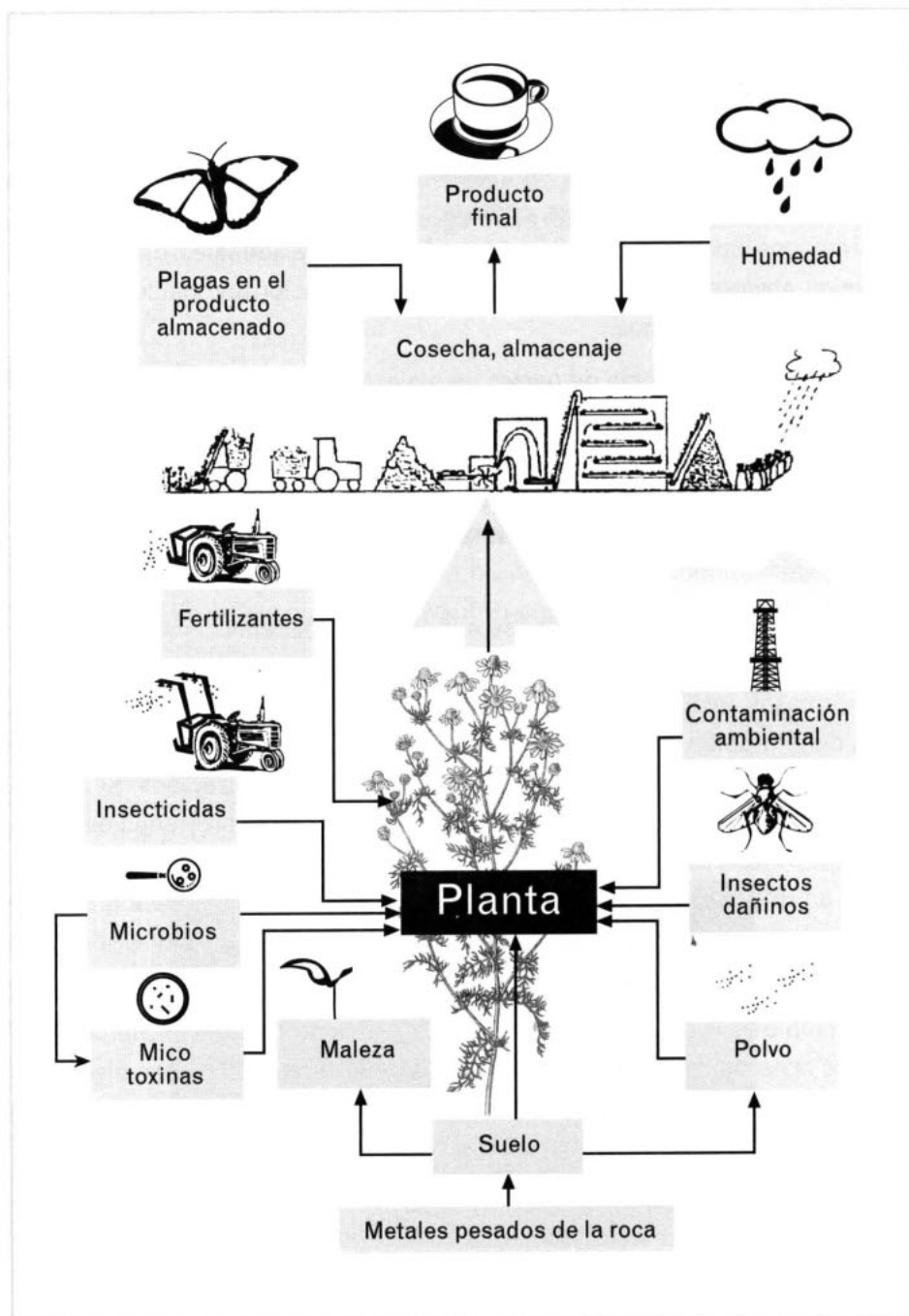
Impurezas desechadas de *Mentha x piperita* deshidratada

La pureza es cada vez un factor de calidad más importante. Las malezas en el cultivo, el material extraño cosechado con las plantas medicinales, polvo, tierra, piedras o clavos, constituyen impurezas tanto como la microflora epifítica, las micotoxinas producidas por hongos y los insectos. Todos estos factores pueden afectar la calidad y se deben evitar en cualquier producto alimenticio o medicinal. En atención a su naturaleza, las impurezas se pueden clasificar en bióticas y abióticas.

La contaminación con organismos vivos y sus restos se llama «biótica» y comprende desde plumas, pelos o excrementos de animales silvestres y domésticos, hasta las plagas que, aún controladas, contaminan el producto. También son contaminantes los hongos, porque pudren partes del producto y, en algunos casos, emiten sustancias tóxicas («micotoxinas»).

Figura 1.2

Origen de las impurezas de los productos naturales (según Schneider²)



Se ha demostrado que la carga microbiana inicial de un producto vegetal es alta. Así por ejemplo, se ha observado que en hoja fresca de melisa se encuentra aproximadamente un millón de bacterias por gramo y sobre la piel humana 2 o 3 mil millones de bacterias u otros gérmenes. Las plantas necesitan la presencia de estos organismos sobre su superficie para protegerse contra enfermedades fungosas, virus y otros agentes patógenos². Sin embargo, la carga natural de microorganismos puede aumentar considerablemente si no se cuidan las condiciones higiénicas, como la calidad del agua de riego, fertilizantes orgánicos inocuos, protección del producto contra animales, manipulación higiénica, envases limpios o un proceso de deshidratación apropiado que inhiba el crecimiento de hongos.

Por otro lado, la presencia de partes de malezas (semillas, hojas, tallos) en el producto vegetal altera su calidad, ya que estos vegetales no poseen la acción farmacológica descrita e incluso pueden presentar sustancias tóxicas, como es el caso de los alcaloides característicos en el chamico (*Datura stramonium*), que pueden tener consecuencias fatales si son administrados, por ejemplo, en un té de hierbas.

Como contaminantes «abióticos» se entienden sustancias como metales pesados, las que son acumuladas por ciertas especies medicinales y que, en algunos casos, incluso pueden ser radioactivos. Por ejemplo, la hierba de San Juan, pero también la manzanilla y la linaza, son conocidas por su capacidad de acumular cadmio, efecto descrito en el capítulo «Fertilización». Se estima que aproximadamente dos tercios del cadmio en la planta provienen del suelo y el resto es aportado por los fertilizantes. Los niveles permitidos de este elemento en una planta medicinal (0,2 - 0,5 mg/kg) son difíciles de lograr si se usan suelos contaminados. Por ello es importante realizar un análisis de suelo y evitar el cultivo en suelos con altas concentraciones².

Otro ejemplo es el accidente ocurrido en la planta atómica de Tschernobyl en⁹ los años ochenta, que contaminó los suelos del este de Europa con elementos radioactivos, los que pueden ser absorbidos por muchas plantas. La búsqueda de terrenos libres de polución ambiental ha llevado entonces a la producción de estas plantas a países con menos carga de contaminación, como Chile.

Contenido de humedad

La conservación de las plantas medicinales y aromáticas se logra cuando el producto está deshidratado, ya que los procesos fisiológicos y el crecimiento de microorganismos se detienen en ausencia de agua. Para que la droga no se deteriore, el contenido de humedad no debe superar el 8 a 12 %. La hierba seca absorbe fácilmente agua del ambiente, no sólo del aire, sino también por el contacto de los sacos con el suelo, paredes exteriores o cambios de temperatura que provocan condensación.

Color

El color verde de las hojas se debe a la presencia de la clorofila, mientras los colores de los pétalos responden a diferentes tipos de pigmentos, como carotenoides o antocianos. Todos los pigmentos se descomponen después de la cosecha si la planta no se seca a la brevedad, resultando colores pardos, hasta negro. Ello refleja que la planta sufrió una pérdida de calidad que puede incluir la descomposición de los principios activos. Por esta razón, el color del material vegetal debe ser característico para la planta, otorgando, en lo posible, un aspecto lo más similar al estado fresco. Esto significa que los diferentes órganos deben conservar su color durante el procesamiento: la hoja de boldo verde y la flor de *Centaurea cyanus* azul.



Dos diferentes orígenes de Matico, de hoja clara y de hoja oscura

Composición y concentración de principios activos

Los compuestos químicos característicos de las plantas medicinales son responsables de su actividad terapéutica o sus características organolépticas. Pero las plantas no contienen sólo un principio activo, sino toda una mezcla de compuestos mayoritarios y minoritarios, cuya interacción en la actividad medicinal no está clara. Sin embargo, a cada especie medicinal o aromática se asigna cierto compuestos o grupos de compuestos químicos que sirven como indicadores o marcadores en el control de calidad. La composición indica cuáles principios están presentes y la concentración, la proporción. Para el aceite esencial de menta piperita, por ejemplo, la Farmacopea Alemana (DAB 10) exige entre un 14 y un 32% de mentona y entre un 30 y un 55% de mentol³, esperándose una concentración de entre 2,0 y 3,3 mL/100g de hoja seca.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Hevia, F., M. Berti, R. Wilckens and P. Cifuentes. 2002. Quality and yield in St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) harvested in different phenological stages. *Acta Agronomica Hungarica*, 50(3):349-358.
- ² Schneider, E. 2001. Quality of Medicinal Plants. Seminario, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Marzo 2001.
- ³ BSA (Bundessortenamt). 1996. Beschreibende Sortenliste Heil- und Gewürzpflanzen. Landbuchverlag, Hannover, Alemania.

El cultivo y su efecto sobre la calidad en especies medicinales y aromáticas

PLANIFICACIÓN DEL CULTIVO

Hermine Vogel

Para producir plantas medicinales y aromáticas de alta calidad hay que tomar en cuenta una serie de aspectos que el productor debe considerar antes de iniciar el cultivo. Una buena planificación puede prevenir errores graves. Las preguntas sobre qué y cuánto producir están estrechamente relacionadas con el sistema de comercialización o tipo de cliente. Los siguientes puntos enfocan la producción de material vegetal, considerando especialmente aspectos de la calidad.

¿Para quién producir?

Las exigencias de calidad para plantas aromáticas y medicinales usadas como materia prima en la industria son distintas. La materia prima destinada a la industria farmacéutica para la elaboración de fitofármacos necesariamente debe cumplir con las normas establecidas en las respectivas farmacopeas o monografías oficiales, con exigencias muy altas en cuanto a composición y contenido de principios activos. Por otra parte, la industria alimenticia que compra hierbas aromáticas para ser usadas como condimentos requiere de una calidad homogénea en cuanto al aroma y sabor, además de un proceso de producción con las máximas condiciones de higiene.

En consecuencia, el agricultor debe tomar contacto con su potencial cliente antes de producir, para establecer si su material genético y las condiciones de cultivo son aptas para la elaboración, ya sea de productos farmacéuticos o alimenticios.

Algunas especies medicinales y aromáticas constituyen la materia prima para otras industrias como la cosmética o la producción de biopesticidas. Aparte del rendimiento industrial se deben cuidar factores de calidad como un aroma típico o concentraciones homogéneas de compuestos activos, según corresponda. La venta de plantas aromáticas en los supermercados debe contemplar medidas para obtener un producto de calidad con aspecto atractivo, homogéneo e higiénico.

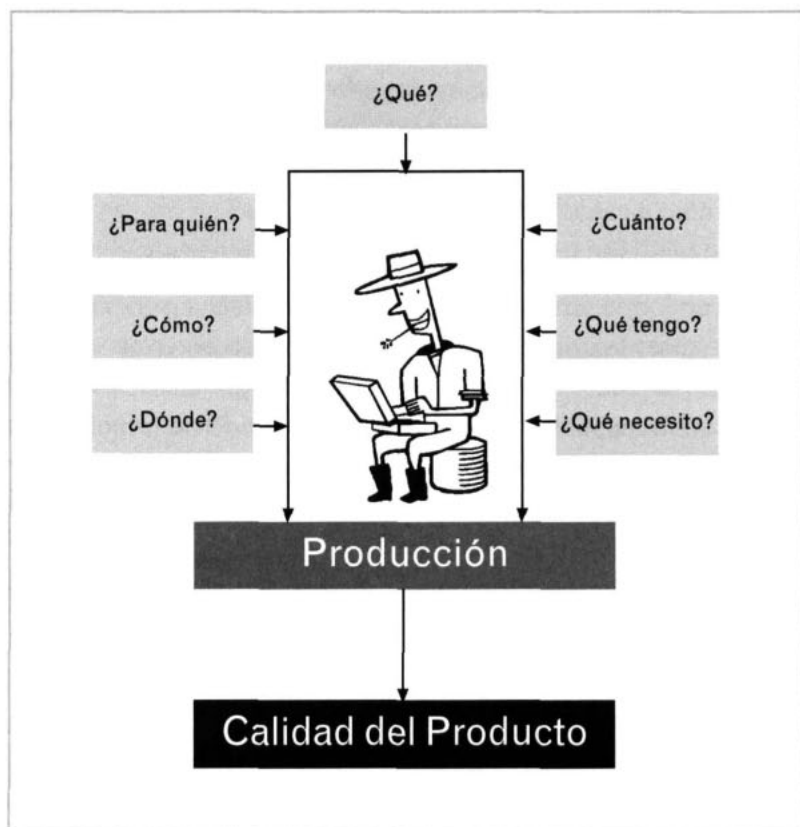
Si el cultivo es a trato, la empresa se compromete a comprar una determinada cantidad de plantas de una calidad previamente acordada. Para que esto ocurra, la producción se asesora por especialistas de la empresa, quienes indican los diferentes tratamientos de cultivo, cosecha y procesamiento primario.

Para evitar una sobreproducción de una determinada especie, se recomienda asegurar la compra del material vegetal con el cliente, antes de producirlo.

¿Dónde producir?

El ambiente existente para el cultivo es un factor relevante en la producción de plantas medicinales y aromáticas de alta calidad, variando en diferentes zonas geográficas y edafoclimáticas. Los productores generalmente disponen de un terreno determinado con características propias de precipitaciones (cantidad y distribución), luz (intensidad y largo del día), viento, temperaturas y suelo (características químicas y físicas). De esta manera, es de suma importancia evaluar cuáles especies se pueden desarrollar bien en las condiciones dadas, e incluso pueden presentar ventajas comparativas.

Figura 2.1
Aspectos de planificación que apuntan a la producción de calidad



La latitud de una localidad está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas e influye directamente en el largo del día. Por ejemplo, la menta piperita requiere de 14 horas de luz para florecer, y el largo del día presenta efectos directos sobre la calidad del aceite esencial. Por esta razón, se recomienda cultivarla en terrenos ubicados entre 40 y 50° de latitud¹.

Con la altitud aumenta la intensidad de luz y disminuye la temperatura, condiciones favorables para que la lavanda produzca aceite esencial de una mejor calidad. También en tomillo se ha encontrado que el producto cambia de sabor al cultivarlo en diferentes alturas. Aunque el contenido de timol sigue siendo alto, la composición de los compuestos minoritarios varía². Con la altitud disminuyen los principios activos en *Lobelia*, digitalis y milenrama¹ y aumenta el

contenido de taninos en salvia, por lo que no se recomienda cultivar esta especie sobre 700 m sobre el nivel de mar³.

La incidencia de luz, su intensidad y el fotoperíodo son factores ambientales que pueden afectar en forma directa o indirecta la cantidad y calidad del producto cosechado. Muchas especies de la familia de las Labiadas producen mayores concentraciones de aceite esencial bajo condiciones de luz intensa, como por ejemplo la lavanda y la salvia. También la melisa produce un menor contenido de aceite esencial bajo sombra³.

Cada especie vegetal está adaptada a cierta variación de la temperatura para desarrollarse en forma óptima. Una especie poco rústica, sensible a las heladas es la albahaca, la que en regiones tropicales es perenne y en nuestras condiciones climáticas no resiste las heladas. En algunas especies la temperatura juega un rol específico, afectando el contenido de principios activos. Por ejemplo, la menta piperita produce más aceite esencial bajo condiciones de temperaturas altas⁴, pero aumenta el contenido de menton respecto al mentol, lo que significa una disminución en la calidad del producto. Las temperaturas altas generalmente favorecen una mayor actividad de los procesos metabólicos, pero también aumentan la volatilización, específicamente de los aceites esenciales.

Para establecer un cultivo intercalado en un bosque se hace necesario considerar la compatibilidad de las especies. Muchas plantas aromáticas, como la salvia, el pino o el eucalipto muestran fuertes efectos de alelopatía, es decir, deprimen el desarrollo de otras especies en sus alrededores para ganarse el espacio y los recursos disponibles. El terreno entre los árboles se podrá cultivar con especies que no compitan por agua y luz y que muestren un buen crecimiento bajo la sombra.

Antes de iniciar el cultivo comercial de una especie, genotipo o cultivar, es necesario realizar estudios locales con la finalidad de conocer la respuesta, tanto de producción como de la acumulación de los compuestos con actividad farmacéutica.

¿Cómo - qué tengo - qué necesito?

Al definir para quién, qué y dónde producir, también hay que considerar la disponibilidad de infraestructura, mano de obra y capital. Un cultivo de gran extensión requiere de instalaciones especiales para la postcosecha y el secado, además de equipos apropiados. Al contrario, la calidad del producto final puede verse afectada, por ejemplo, por la incidencia de malezas, pudrición debida a un exceso de humedad en postcosecha, disminución de principios activos, alteraciones en el color o contaminación del producto con tierra.

Para un cultivo orgánico se requiere, además del reconocimiento oficial del predio, de un vasto conocimiento del manejo orgánico, suficiente mano de obra, variedades resistentes, idealmente una planificación de la rotación de los cultivos por varios años, a objeto de prevenir la contaminación del producto con malezas, plagas y enfermedades.

Un cultivo de especies leñosas como árboles o arbustos de lento crecimiento inmoviliza el capital durante los primeros años cuando se invierte en material vegetal, terreno, mano de obra de plantación, limpieza y riego, sin obtener una cosecha. Es difícil planificar el cultivo en este tipo de especies, ya que la demanda y los precios pueden sufrir fuertes fluctuaciones de un año a otro, de tal manera que en el momento de la cosecha puede existir una situación de mercado totalmente diferente a la del inicio de la plantación.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Franz, C. 1986. Actual problems on the quality of medicinal and aromatic plants. *Acta Horticulturae* 188:21-34.
- ² Schneider, E. 2001. Quality of Medicinal Plants. Seminario. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca. Marzo 2001.
- ³ Dachler, M. y H. Pelzmann. 1989. Heil- und Gewürzpflanzen. Anbau - Ernte- Aufbereitung. Österreichischer Agrarverlag, Wien, Austria.
- ⁴ Bomme, U. 1989. Kulturanleitung für Pfefferminze. Merkblätter für Pflanzenbau. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau.

EL MATERIAL GENÉTICO

Hermine Vogel

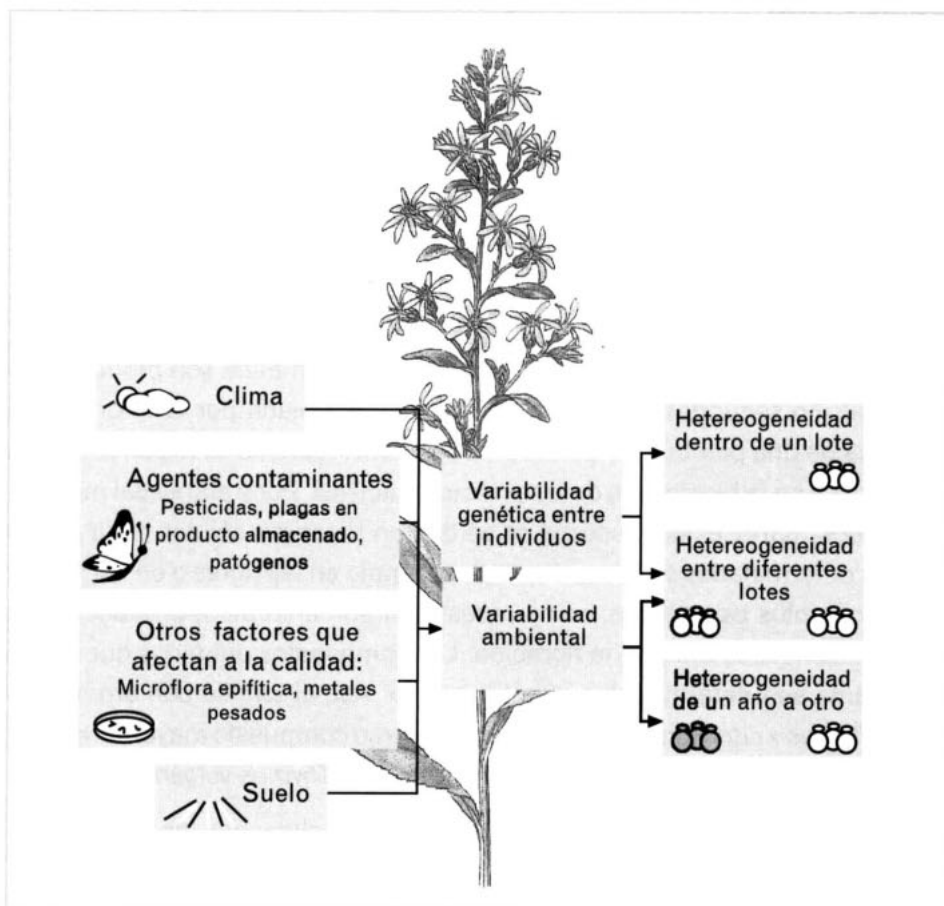
El éxito de un cultivo depende de la selección de la variedad apropiada y adaptada a las condiciones específicas de la localidad, particularmente en el caso de producir material vegetal para uso medicinal o aromático de calidad.

Caracteres de calidad determinados por el material genético

Los principios activos de una planta medicinal o aromática son producto del metabolismo secundario cuya producción es controlada por la información genética de una planta. Los genes producen enzimas que catalizan procesos específicos en la biosíntesis de los principios activos. Por tratarse del metabolismo secundario, estos procesos no se dan en todas las células de la planta sino en determinados órganos, como por ejemplo en las flores o en las raíces; y en momentos específicos, como muestra el aumento de la producción de aceites esenciales durante la floración. Los compuestos químicos que posee una planta son determinados genéticamente. Así, el tomillo con aroma a limón (*Thymus x citriodora*) contiene geraniol como compuesto mayoritario en el aceite esencial¹, en vez del timol característico de *Thymus vulgaris*.

En los caracteres determinados por varios genes (poligenes), los factores ambientales modifican la expresión del carácter. Por ejemplo en menta piperita, la composición del aceite esencial es afectada por el largo de día. En el Hemisferio sur en verano, la misma variedad produce una calidad inferior con menos porcentaje de mentol cuando se cultiva más al norte con respecto al sur². Del mismo modo, la concentración de un compuesto químico en los tejidos vegetales se establece genéticamente, pero sufre modificaciones dependiendo de las condiciones ambientales.

Figura 2.2
Efecto de factores genéticos y ambientales sobre la calidad de plantas medicinales
Modificado según Schneider⁵



El color de la hoja es un carácter heredable, por ejemplo en las variedades de albahaca morada o en menta piperita de hoja oscura. Sin embargo, este carácter puede sufrir cambios por problemas nutricionales, enfermedades, falta de luminosidad y por un mal manejo en postcosecha.

La homogeneidad es una característica importante en las plantas medicinales, pues es indispensable disponer de materia prima uniforme para la industria farmacéutica, donde se espera que la composición y el contenido del producto sean similares en todos los lotes recibidos. Esto se logra con material genético uniforme y el cultivo en un ambiente favorable.



Almácigo de albahaca morada mezclada con albahaca verde

La resistencia a plagas y enfermedades es determinada genéticamente. Incide indirectamente en la calidad del producto a cosechar, ya que plantas atacadas por hongos o insectos muestran daños en las hojas u otros órganos y pueden contaminar el material cosechado. Una planta susceptible requiere de tratamientos fitosanitarios para lograr los rendimientos esperados, pudiendo quedar trazas de los productos agroquímicos en la planta medicinal. En menta piperita, por ejemplo, el mejoramiento genético debe considerar la resistencia a roya y nemátodos en el desarrollo de las nuevas variedades³.

Selección

En la historia de la agricultura, las plantas medicinales y aromáticas no han sido sometidas al mismo proceso de domesticación que las plantas alimenticias, ya que generalmente han sido usadas en pequeñas cantidades y recolectadas en forma silvestre. La mayoría de las especies todavía se recolectan desde su hábitat natural. Sólo entre un 20 y un 30% de las plantas medicinales son cultivadas^{4,5}. La falta de domesticación implica que existe mucha variabilidad genética en las especies.

Para obtener una población o variedad lo más homogénea posible, en la que todas las plantas expresan las características deseadas (rendimiento, principios activos, resistencia, hábitat de crecimiento y otros caracteres), se seleccionan los individuos más apropiados y se cruzan entre ellos, o se deja que se autofecunden, si esto es su modo natural de propagarse.

Debido a la alta variabilidad genética original, la selección de plantas medicinales y aromáticas permite lograr muy buenos resultados en el aumento de principios activos o rendimiento.

EN UNA SELECCIÓN DE MATERIAL GENÉTICO EN PLANTAS MEDICINALES Y AROMÁTICAS SE BUSCA:

- **Optimizar factores de rendimiento**
 - con un aumento de la producción de biomasa
 - aumento de la proporción de órganos a cosechar
 - más cosechas por año
- **Optimizar la fecha de floración y maduración**
 - precocidad (como por ejemplo, en el caso del hinojo, en el cual es fundamental que las semillas logren madurar durante el periodo de temperaturas altas y baja humedad relativa)
 - floración tardía en las especies cuyo producto de cosecha son las hojas
 - floración en el primer año de cultivo en especies que habitualmente son bianuales, como el comino alemán o el hinojo
- **Adaptación**
 - tolerancia a condiciones ambientales adversas, como la sequía, suelos salinos y heladas
 - resistencia a organismos fitopatógenos (virus y hongos) e insectos
- **Factores de calidad**
 - Optimizar la composición de los principios activos y aumentar su contenido en los tejidos vegetales
 - Minimizar el contenido de los compuestos tóxicos no deseados
 - Color atractivo
 - Homogeneidad

En caso de seleccionar en el mismo ambiente donde se cultivará la variedad, las plantas estarán sometidas a una selección natural. En un terreno que presenta deficiencia hídrica, por ejemplo, las plantas resistentes a la sequía se desarrollarán mejor que los individuos que requieren más agua. De esta manera, la selección natural ayuda a obtener una variedad que resiste el estrés hídrico. En una población afectada por una determinada enfermedad, la se-

lección natural eliminará las plantas susceptibles, mientras los individuos tolerantes o resistentes logran sobrevivir y propagarse, obteniendo de esta manera una selección más resistente.

Por el mismo motivo, no se aconseja desarrollar una variedad en un ambiente diferente al que se usará para el cultivo, ya que la selección natural podría eliminar material genético valioso para el ambiente de producción.

El productor de plantas medicinales puede hacer su propia selección apta para su zona de cultivo y que cumpla la exigencia del comprador. El cultivo de plantas de procedencias distintas permite seleccionar los genotipos mejor adaptados a las condiciones ambientales dadas, tales como heladas, salinidad, sequía, intensidad de luz, largo del día o temperatura. La evaluación debe incluir, además del material que ofrece el comercio, las formas locales. De esta manera, se pueden ofrecer diferentes muestras a los potenciales compradores para su análisis químico y económico.

Variedades y quimiotipos en el mercado

En una producción bajo contrato, la industria farmacéutica determina qué población, selección, quimiotipo o variedad se cultivará para asegurar que la materia prima tenga el potencial genético que asegura una buena calidad. El material genético desarrollado por la industria farmacéutica generalmente no se vende en el mercado libre sino que está restringido a la producción propia.

El material vegetal que se encuentra en huertas caseras ha pasado por una selección informal, debido al intercambio tradicional de semillas o esquejes de plantas madres "buenas". Estas plantas han probado su adaptación al medio en que crecen, constituyendo de esta manera un material genético valioso.

Otra fuente de material genético se encuentra en los jardines botánicos o, a pequeña escala, en los viveros. El comercio especializado también ofrece semillas de diferentes especies medicinales y aromáticas. Sin embargo, estas pueden no adaptarse a las condiciones climáticas de Chile o, como se destinan a clientes pequeños como las dueñas de casa, no han sido seleccionadas por su contenido de principios activos, u homogeneidad.



Jardín de variedades

En algunas especies aromáticas y medicinales, el mercado internacional ofrece variedades genéticamente mejoradas, las cuales se pueden introducir al país bajo las condiciones establecidas por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Las variedades registradas oficialmente están protegidas por un convenio internacional (UPOV), suscrito por Chile, el cual establece el reconocimiento de las variedades genéticas como propiedad intelectual (patente) y el pago de royalties. El productor no puede comercializar plantas, estacas o semillas de una variedad registrada sin la autorización del fitomejorador, pero sí las puede propagar en su propio terreno y para su propio uso. Para las variedades registradas, el material cosechado también está protegido, lo que significa que el producto vegetal a la venta debe ser debidamente respaldado por el pago del derecho a la variedad⁶.

Tipos de variedades y sus características

Híbridos

Las variedades híbridas se producen mediante el cruzamiento de dos líneas puras u "homocigotas", produciéndose una descendencia F_1 que combina las características de ambos padres y que generalmente presenta vigor híbrido o "heterosis", lo cual se traduce en mayores rendimientos o precocidad. Una variedad híbrida es altamente homogénea entre sí, pero al propagarla por semillas, la generación siguiente perderá esta característica. El agricultor tiene

que comprar la semilla cada vez que necesita nuevas plantas. El costo de producción de una variedad híbrida es elevado. Sin embargo, se compensará por el aumento en el rendimiento y los mayores precios de un producto de calidad, homogéneo o precoz; menor costo de mano de obra por la homogeneidad del cultivo, que permitirá la cosecha en un tiempo reducido e incluso la cosecha mecánica.

Las variedades híbridas sólo se justifican en cultivos donde este tipo de variedad es rentable: en general, cultivos de superficies grandes o para las especies cuyos aumentos como resultado de la heterosis prometen ser considerables. Por los volúmenes pequeños que se requieren en la producción de plantas medicinales, se ofrecen pocas variedades híbridas en el mercado. En las especies aromáticas puede resultar más rentable, como es el caso del ciboulette, la majorana o el hinojo.

Clones

Los clones se propagan vegetativamente, por medio de enraizamiento de estacas, estolones, división de pies, bulbos o multiplicación *in vitro* de meristemas o yemas. Las plantas obtenidas tienen el mismo genotipo que la planta madre. En caso de que la planta madre presente heterosis, también lo expresarán los clones. Por su alto grado de uniformidad genética estas variedades son muy homogéneas. Al propagar una variedad clonal por semillas, la descendencia perderá la homogeneidad, resultando en plantas de muy diversas características. Por esta razón, en algunas especies medicinales que son híbridos naturales, no se recomienda propagar por semilla. Este es el caso de la *Mentha x piperita* L., un híbrido natural entre *M. spicata* L. y *M. aquatica* L. La menta forma semillas, pero la descendencia será heterogénea y distinta a la planta madre. En el caso del tomillo con aroma a limón (*Thymus x citriodorus*) y del estragón aromático se trata de plantas estériles que solamente pueden propagarse vegetativamente. El estragón ruso también se propaga por semillas, tiene mayores rendimientos que el estragón aromático y es más resistente a enfermedades, pero posee menor calidad³.

Aparte de la menta y el estragón, los clones son la variedad de muchas especies leñosas que se propagan por estacas, como cedrón, romero, lavanda y salvia.

En los clones, junto con la uniformidad de las plantas, destaca el tiempo más corto de multiplicación y una fase juvenil más corta, lo que significa que la planta logra la floración antes que plantas producidas mediante semillas.

Al utilizar partes vegetativas, se propagan también los organismos fitopatógenos que la planta madre lleva, lo que puede causar problemas graves de fitosanidad y de la calidad del producto final. Una selección de plantas madres típicas y sanas es de suma importancia en el momento de producir clones con fines comerciales. La multiplicación *in vitro* mediante tejidos de meristema puede eliminar los agentes fitopatógenos en la producción de clones, pero es un método de elevado costo y que requiere de instalaciones de alta tecnología.

Los problemas fitosanitarios son la principal causa de restricción para introducir material vegetativo de los clones al país. En algunos casos, se exigen condiciones de cuarentena para asegurar que el material genético adquirido en el extranjero no es portador de organismos indeseados, como enfermedades no existentes en Chile.

Poblaciones

En la mayoría de las plantas medicinales, las variedades son selecciones que forman poblaciones con características similares. En las variedades comerciales se destacan estas cualidades atribuidas, como por ejemplo una variedad de hinojo apta para el cultivo anual, precoz, con alta concentración de aceite esencial, alto contenido de fenchona y bajo en estragol. Estas selecciones generalmente se componen de varios genotipos, por lo que son menos homogéneas que los clones o los híbridos.

Como se trata de una mezcla de diferentes genotipos, estas variedades se adaptan bien a diferentes condiciones ambientales y, como población, muestran mayor resistencia a situaciones de estrés (sequía o ataque por hongos) que clones o híbridos, ya que estos últimos tienen un solo genotipo que en condiciones adversas puede ser afectado en su totalidad.

Las poblaciones se pueden propagar por semillas o vegetativamente sin perder sus características.

Variedades poliploides

Las variedades poliploides tienen la totalidad de su genoma multiplicado. Si un individuo diploide (“normal”) tiene dos dotes de cromosomas, los tetraploides tienen cuatro. El aumento en el número de cromosomas significa que las células son más grandes, al igual que los órganos, tienen un mayor rendimiento y muchas veces un mayor contenido de principios activos. Además pueden resistir mejor las condiciones ambientales adversas, como sequía, temperaturas extremas o enfermedades. En manzanilla, con variedades tetraploides se obtiene mayor rendimiento de flores, alta concentración de aceite esencial, homogeneidad en el horizonte floral y firmeza para una cosecha mecánica³. Incluso hay plantas hexaploides cuyas propiedades de principios activos son muy diferentes a aquellas de plantas diploides⁵.

Además de la manzanilla, el mercado de plantas medicinales ofrece variedades poliploides por ejemplo en menta piperita, como la variedad “Multimentha” caracterizada por altos contenidos de aceite esencial y mentona, además de una buena resistencia a roya. Otros ejemplos similares a este existen para eneldo, hierba del paño o *Chelidonium majus*³.

EN RELACIÓN AL MATERIAL GENÉTICO, LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS INDICAN:

- Identificar botánicamente, indicar cultivar, quimiotipo y origen del material de propagación
- Eliminar plantas y partes de plantas no propios de este material vegetal en todo el proceso de producción

Ver indicaciones detalladas en el Anexo 3.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Mikus, B. e I. Zobel. 1996. Vergleichende Prüfung von Thymianarten mit zitronenartigem Aroma. Drogenreport 9(15):10-15.
- ² Franz, C. 1986. Actual problems on the quality of medicinal and aromatic plants. Acta Horticulturae 188:21-34.
- ³ BSA. 1996. Beschreibende Sortenliste Heil- und Gewürzpflanzen. Landbuch Verlagsgesellschaft, Hannover. 137p.
- ⁴ Dachler, M. y H. Pelzmann. 1989. Heil- und Gewürzpflanzen; Anbau - Ernte - Aufbereitung. Österreichischer Agrarverlag, Wien.
- ⁵ Schneider, E. 2001. Quality of medicinal plants. Seminario Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca. Marzo 2001.
- ⁶ UPOV, 1991: International Convention For The Protection Of New Varieties Of Plants. Disponible en: <http://www.upov.int>. Consultado 11 nov. 2002.

MANEJO DEL CULTIVO Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD

Marisol Berti, Hermine Vogel y Felicitas Hevia

El manejo del cultivo, desde antes de la siembra, y las características del suelo juegan un rol preponderante en el desarrollo de las plantas y en la calidad final del producto. Algunas prácticas de manejo favorecen más la producción, pero pueden deteriorar la calidad, ya sea disminuyendo el contenido de principios activos o aumentando la contaminación y el contenido de impurezas en el producto final. En consecuencia, encontrar un buen equilibrio entre calidad y rendimiento es la clave del éxito en la producción de plantas medicinales.



Menta piperita en floración y cultivo de romero

Rotación de cultivos

El efecto de la rotación de cultivos en la calidad es generalmente indirecta, ya que incide en otros factores que pueden mermar la calidad final del producto.

El monocultivo de una especie puede causar los siguientes problemas:

- Aumento de enfermedades y plagas
- Aumento de malezas perennes difíciles de controlar
- Disminución de la fertilidad del suelo.

Como recomendación general, para asegurar la calidad del producto final, se debe:

- Evitar el monocultivo
- Rotar con especies de familias botánicas distintas
- Incluir leguminosas en la rotación
- Incluir especies con efectos favorables en el control de plagas y malezas
- Considerar los posibles residuos de herbicidas de cultivos anteriores.

Así por ejemplo, se debe evitar la inclusión de lupino en la rotación de hierba de San Juan, ya que es hospedero para *Colletotrichum gloesporioides*, un patógeno que causa la antracnosis y reduce severamente la producción y calidad del producto cosechado¹.

Siembra y almácigo

Características de la siembra directa y su incidencia en el producto final

Los sistemas de propagación y plantación en plantas medicinales dependen de la especie, el costo de la semilla y la posibilidad de usar herbicidas para el control de malezas.

El efecto de la siembra directa en la calidad es principalmente indirecto, ya que aumenta la dificultad para controlar malezas y podría llevar a una contaminación de la cosecha, especialmente en las especies para las cuales no hay herbicidas disponibles o no están autorizados, como ocurre con los cultivos orgánicos.

Por otra parte, en algunas especies la siembra directa es más sensible a las condiciones ambientales como las heladas y el exceso o falta de humedad en el suelo, lo que puede causar la emergencia heterogénea del cultivo. Esta condición se puede prolongar hasta la cosecha, aún cuando las condiciones climáticas mejoren, lo que sin duda afectará la calidad y el rendimiento.

Almácigo y transplante en la calidad final del producto

Por otra parte, la realización de un almácigo y un posterior transplante tiene varias ventajas:

- Facilita el control de malezas
- Mejora la homogeneidad del cultivo en su desarrollo y crecimiento
- Optimiza el uso de semillas, lo que es importante cuando éstas tienen un alto costo.



Estacas de salvia enraizadas

Sin embargo, algunas especies sufren excesivamente con el transplante, lo que atrasa su desarrollo y, en consecuencia, genera cosechas tardías que afectan la calidad final del producto. Ejemplos de especies que no toleran bien el transplante son: hinojo, eneldo, comino alemán, caléndula, borraja y *Echinacea angustifolia*, entre otras.

Fecha de siembra o transplante

Las plantas se adaptan a las condiciones climáticas, respondiendo a diferentes estímulos externos como, por ejemplo, el largo del día o las horas de frío, para iniciar la germinación o la floración. Para cada especie y localidad existe una fecha óptima que favorece un alto rendimiento y también una buena calidad. En algunas especies, la fecha de transplante o siembra tiene un efecto directo sobre:

- La cantidad de flores, hojas o raíces producidas o la proporción de éstas respecto del total de la planta
- La concentración de los principios activos en los órganos de interés.

Por esta razón es importante que el productor averigüe la fecha óptima para siembra y transplante antes de comenzar con el cultivo. Numerosos estudios respaldan el efecto de la fecha de siembra o transplante sobre el contenido de principios activos en plantas medicinales. En Chile, esto ha sido demostrado en hierba de San Juan, *Echinacea* spp., feverfew, borraja, caléndula y otros^{1,2,3,4,5}.

Características del suelo

Las características físicas y químicas del suelo tienen una importante incidencia en la calidad.



Plantas de melisa a inicios de primavera

Textura

La textura del suelo es importante en aquellas plantas medicinales en las que se cosecha la raíz, por ejemplo: *Echinacea purpurea*, *E. angustifolia*, valeriana, goldenseal, black cohosh, angélica y ginseng. Se ha observado que cultivos como los mencionados se desarrollan mejor en suelos de textura liviana (arenosos), ya que esto permite un mayor desarrollo de las raíces o rizomas, lo que también influye en el contenido de los principios activos de la raíz.

En *E. angustifolia*, el suelo arcilloso promueve la formación de una raíz larga y delgada, que es difícil de cosechar. Además, las raíces cultivadas en suelos arcillosos son más difíciles de lavar, lo que aumenta el contenido de cenizas totales de la raíz por sobre el 2% permitido^{3,5}.

El contenido de ácido gamma-linolénico es superior en el aceite de borraja cultivada en suelos arcillosos o de turba, en comparación con aquéllos de textura arenosa⁶.

Acidez del suelo (pH)

El pH del suelo determina la disponibilidad de nutrientes y otros elementos que pudieran tener un efecto positivo/negativo sobre la calidad de la planta medicinal o aromática. Si el pH es ácido, las plantas acumulan una mayor cantidad de metales pesados como Cd, Mn y Zn. En el caso del plomo, no está claro si el pH incide en la acumulación de este metal en las plantas⁷. Por lo tanto, se deben evitar los suelos ácidos para el cultivo de plantas medicinales, a menos que se encalen previamente para controlar esta variable.

Metales pesados

Es importante considerar los metales pesados existentes en el suelo donde se establecerá el cultivo. El exceso de cadmio, plomo o mercurio aumenta la presencia de estos elementos en los tejidos vegetales, ya que son absorbidos por las plantas. Entre las plantas medicinales se encuentran algunas que se conocen como acumuladoras, ya que absorben y luego acumulan el metal pesado en una concentración que supera la del suelo. Esto tiene aún más relevancia cuando el órgano acumulador es el mismo que se comercializa como droga. Por lo tanto, en estas especies es fundamental evitar los suelos con altos contenidos de metales pesados como cadmio y plomo.

En plantas medicinales el nivel máximo permitido de plomo es 5 mg/kg, de cadmio 0,2 mg/kg y de mercurio 0,1 mg/kg⁸. Sin embargo, en algunas drogas vegetales como semilla de *Linum utisatisimum*, hojas de *Crateagifolium cumflore* y *Achillea millefolium* se permiten niveles de hasta 0,3 mg/kg, mientras que en la corteza de *Salix* spp. e *Hypericum perforatum* el límite es de 0,5 mg/kg⁸.

La hierba de San Juan y la milenrama son plantas acumuladoras de cadmio, por lo que la elección de suelos bajos en este metal pesado es esencial^{7,8}.

Densidad de plantación

En general, la densidad de plantación afecta principalmente la producción de biomasa del cultivo, pero puede tener efecto en la calidad, al alterar la proporción de partes botánicas de la planta. Así, en la mayoría de las especies una población excesiva produce plantas con tallos delgados y flores y hojas pequeñas. Por otra parte, poblaciones de densidad muy baja producen una gran ramificación, aumentando el porcentaje de tallos de la planta. Generalmente, los tallos tienen una baja concentración de principios activos, por lo que se debe promover la mayor producción de hojas y flores.



Sistema de plantación (densidad) en anís

Por ejemplo, en cedrón y romero se prefieren densidades altas de plantas para promover la formación de tallos erectos y vigorosos, con pocas ramificaciones laterales; estas últimas reducen la calidad del producto final. Por otra parte, las altas densidades aumentan la incidencia de problemas fungosos como el oídio, lo que ocurre en trébol rosado y llantén, deteriorándose la calidad del producto final. Sin embargo, *Tagetes patula* y *Tagetes erecta* aumentan el rendimiento de flores y de helenina total con la densidad de población⁹. Lo mismo ocurre en ginseng con algunos ginsenosidos¹⁰.

Por otra parte, la densidad no afecta el contenido de principios activos en las raíces en *Pfaffia glomerata* y *Cichorium intybus*^{11,12}.

Control de malezas

Las malezas deben ser controladas en cualquier especie que se cultiva, más aún cuando es con fines medicinales. Su presencia influye en la producción y en la calidad del producto cosechado. En menta piperita el rendimiento y la calidad del aceite esencial se reduce con un exceso de malezas, ya que el vapor de la destilación arrastra compuestos ajenos a la menta, reduciendo la calidad del aceite.



Desmalezadora

El control de malezas puede ser manual, mecánico o químico. En el último caso se deben respetar las regulaciones existentes en el país al cual se importará el producto y las exigencias de cada cliente en cuanto al límite de residuos y a los productos permitidos.

Según Pank¹³, las plantas que toleran herbicidas no son afectadas en su contenido de aceite esencial, ni en la proporción hojas:tallo, y tampoco en el contenido de materia seca y rendimiento del producto fresco.

Riego

Requerimiento de agua en relación con calidad

La disponibilidad de agua es esencial para el desarrollo de las plantas. Sin embargo, algunas especies vegetales se adaptan muy bien a condiciones temporales de sequía, mientras otras tienen un permanente requerimiento de agua. Son pocas las especies que resisten el exceso de agua en suelos mal drenados.

En algunas especies medicinales y aromáticas se observan mayores concentraciones de principios activos bajo condiciones de sequía, pero este efecto se ve, generalmente, acompañado por una disminución en la producción de la biomasa¹⁴. Un aumento de principios activos en condiciones de estrés hídrico se ha reportado para hierba de San Juan y *Echinacea purpurea*¹⁵. Por otra parte, una reducción en el contenido de aceite esencial se observó en *Mentha arvensis*¹⁶.

En general, el requerimiento de agua depende del órgano a cosechar, presentando las mayores exigencias aquellas especies cuyas hojas o flores son el principal órgano de cosecha (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1
Requerimiento de agua de algunas plantas medicinales expresado en capacidad de campo durante el período vegetativo¹⁷

ESPECIE	REQUERIMIENTO DE AGUA (% CAPACIDAD DE CAMPO)
Especies de hierba y hojas	
Menta piperita, melisa y llantén	> 50
Otras especies	> 40
Milenrama	25
Especies de raíces	
Valeriana, perejil	30-35
Althaea rosea, angélica, levístico	20-25
Especies de flores	
Riego sólo hasta formación de yemas florales	20-25
Especies de semillas*	
Riego sólo hasta inicio de madurez de semillas.	20-25

* Hinojo y comino alemán requieren de mayor riego en el primer año de cultivo.

El riego se debe suspender dos semanas antes de la cosecha y después de una lluvia es necesario esperar dos o tres días con la cosecha, porque el o los principios activos se diluyen. Por otro lado, al momento de cosechar, la planta debe estar seca, sin humedad externa, para asegurar un rápido proceso de deshidratación y así una buena calidad del producto.

Métodos de riego

El método de riego usado puede afectar, en algunos casos, en forma indirecta la calidad final del producto. Así por ejemplo, el riego por aspersión en algunas especies aumenta la incidencia de enfermedades foliares, como el oídio en llantén, tussilago y melisa. Por otro lado, el riego por gravedad o tendido genera serios problemas de enfermedades radiculares, que pudren las raíces de especies como valeriana, echinacea e hinojo.

Calidad de agua

La calidad del agua es otro aspecto importante en el cultivo de las plantas medicinales y aromáticas, ya que puede ser fuente de diseminación de plagas, semillas y propágulos de malezas, además de llevar metales pesados, pesticidas u otros productos prohibidos. También los microorganismos causantes de enfermedades pueden ser transportados por esta vía, afectando tanto a las plantas como a los consumidores.

El agua de riego debe ser analizada químicamente para asegurar que no contiene residuos de productos tóxicos que puedan acumularse en la planta. Para evitar la llegada de nuevas malezas se pueden colocar trampas (mallas o decantadores) de semillas y propágulos vegetativos en las entradas del canal de riego al predio.

La salinidad del agua también puede afectar la calidad del producto final. Por ejemplo, en semillas de calabaza aceitera con niveles elevados de salinidad en el agua, se reduce el contenido de aceite de la semilla¹⁸.

Fertilización

La fertilización mineral afecta principalmente la producción de biomasa y solamente en forma indirecta la calidad. Por eso es necesario aplicar los nutrientes que presentan deficiencias en el suelo para asegurar un buen crecimiento vegetal.



Clorosis de plantas de boldo en almácigo

El efecto que produce la fertilización depende de la especie de que se trate, del principio activo que interesa obtener de esa especie y del nutriente aplicado.

Los distintos nutrientes pueden generar respuestas positivas o negativas en la producción de los principios activos presentes en las diferentes especies medicinales o aromáticas. Existen numerosos estudios sobre estos efectos. En el cuadro 2.2 se sintetizan los resultados de algunos de ellos, indicando la fuente para cada uno de los datos.

Cuadro 2.2
Respuesta a la fertilización en algunas plantas medicinales

ESPECIE	PRINCIPIO ACTIVO AFECTADO	NUTRIENTE	RESPUESTA	CITA BIBLIOGRÁFICA
<i>Atropa belladonna</i>	Alcaloides	Nitrógeno	Positiva	19
<i>Datura</i> spp.	Alcaloides	Nitrógeno	Positiva	
<i>Nicotiana</i>	Alcaloides	Nitrógeno	Positiva	
<i>Atropa belladonna</i> ,	Alcaloides	Potasio	Negativa	
<i>Datura</i> y <i>Nicotiana</i>	Alcaloides	Potasio	Negativa	
<i>Coriandrum sativum</i>	Aceite esencial	Nitrógeno	Positiva	
<i>Pimpinella anisum</i>	Aceite esencial	Nitrógeno	Positiva	
<i>Coriandrum sativum</i>	Aceite esencial	Potasio	Negativa	
<i>Pimpinella anisum</i>	Aceite esencial	Potasio	Negativa	
<i>Salvia officinalis</i>	Aceite esencial	Nitrógeno	No afecta	20
<i>Mentha x piperita</i>	Aceite esencial	Nitrógeno	Positiva	21
<i>Mentha x piperita</i>	Mentol	Nitrógeno y Fósforo	Positiva	22
<i>Foeniculum vulgare</i>	Aceite esencial	Nitrógeno	Positiva	23
<i>Matricaria chamomilla</i>	Bisabolol	Potasio	Negativa	24
	Bisabololoxido	Potasio	Positiva	
	Bisabolol	Nitrógeno	Positiva	
	Bisabololoxido	Nitrógeno	Negativa	
<i>Matricaria chamomilla</i>	Chamazuleno	Abono verde de <i>Mucuna aterina</i> y <i>Crotalaria spectabilis</i>	Positiva	25
<i>Thymus vulgaris</i>	Aceite esencial	Nitrógeno	Máxima a 100 kgN/ha	26
	Timol	Nitrógeno	No afecta	
<i>Hypericum perforatum</i>	Hipericina	Nitrógeno	Máxima a 150kgN/ha	27,28
<i>Echinacea angustifolia</i>	Echinacósido	Nitrógeno	Negativa	3
	Echinacósido	Potasio	Positiva	
<i>Borago officinalis</i>	Aceite de semilla	Nitrógeno	Negativa	6

Efecto de la fertilización en la composición botánica de la planta

El nitrógeno es un nutriente que estimula el crecimiento vegetativo de las plantas, retrasando el desarrollo reproductivo. En las especies medicinales en que el órgano requerido es la flor, la dosis de nitrógeno debe ser reducida, ya que generalmente deteriora la producción. Al contrario, el fósforo promueve la inducción floral, aumentando la proporción de flores, como se ha mostrado en hierba de San Juan²⁹.

Por otro lado, en cultivos en los cuales la parte que se comercializará es la raíz, el potasio juega un rol clave en el transporte de los carbohidratos desde la parte aérea de la planta a la raíz, contribuyendo al aumento de principios activos en especies tales como valeriana, echinacea, angélica y otras.

Efecto de la fertilización en el aumento de enfermedades

Según Lurtz y Plescher³⁰, las infecciones por hongos en hierba de San Juan se agravan al aumentar la cantidad de nitrógeno aplicado. Lo mismo ocurre en ginseng americano, cuya susceptibilidad a numerosas enfermedades aumenta con un exceso de este nutriente, reduciéndose la calidad de la raíz³¹.

Efecto de la fertilización en la absorción y acumulación de metales pesados

La fertilización fosfatada aumenta la absorción y la acumulación de cadmio en *Hypericum perforatum*²⁹. En menta piperita, este hecho no reviste ningún problema, pues aún cuando existe una alta concentración de Cd, Pb y Zn en las distintas partes de la planta, los metales pesados no son traspasados al aceite esencial; sin embargo, el contenido de mentol disminuye³².

Manejo fitosanitario

Las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos aromáticos y medicinales influyen en el desarrollo del vegetal, disminuyendo a la vez su rendimiento. Además, la calidad del producto se ve severamente perjudicada por aquellas partes del vegetal afectadas por alguna plaga o enfermedad.



Pulgones en un almacigo de bailahuén

En el caso específico de la menta piperita se informó que la roya influye directamente en el contenido del aceite esencial³³. En la misma especie un intenso ataque de nemátodos (*Pratylenchus* spp.) reduce el contenido de aceite esencial en las hojas en un 50%³⁴. Por ello, las plagas y enfermedades en cultivos medicinales y aromáticos deben ser controladas.



Planta de salvia afectada por *Phytophthora* sp

Por otra parte, por tratarse de plantas medicinales, los residuos de productos fitosanitarios son relevantes para la calidad. Algunos países compradores de hierbas medicinales y aromáticas, como Alemania, tienen especificados los productos que se pueden aplicar en cada especie³⁵. Las industrias

procesadores de plantas medicinales y aromáticas establecen en el contrato con los productores los métodos o productos permitidos en cada especie.

Para mantener los cultivos libres de organismos patógenos son apropiados métodos preventivos, como por ejemplo:

- Cultivo de variedades resistentes o tolerantes
- Rotación de cultivos
- Propagación vegetativa con material sano
- Densidades de población indicadas para cada especie
- Identificación del organismo patógeno y su control específico.

EN RELACIÓN AL CULTIVO, LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS RECOMIENDAN:

- No perturbar el ambiente
- Seguir las prácticas adecuadas de cultivo, incluyendo una apropiada rotación de cultivos

Suelo y fertilización

- Suelos: no cultivar en suelos contaminados por lodos, metales pesados, residuos de pesticidas u otros químicos no naturales
- Aplicación de estiércol: debe estar exento de heces humanas y completamente compostado
- Cantidad de fertilizantes: evitar excesos y aplicar según la demanda de las plantas, cuidando minimizar la lixiviación

Riego

- Minimizar; regar de acuerdo con las necesidades de la planta
- Agua: debe cumplir con estándares de calidad y estar libre de contaminantes

Mantenimiento del cultivo y protección de las plantas

- Labranza: adaptar al crecimiento y requerimientos de la planta
- Aplicación de pesticidas y herbicidas: evitar o minimizar, en caso necesario seguir las recomendaciones y regulaciones, aplicar mediante personal calificado y equipamiento adecuado y de acuerdo a los tiempos de carencia; documentar
- Productos agroquímicos: asegurar que el producto vegetal sea apto para la comercialización; documentar uso

Ver indicaciones detalladas en el Anexo 3.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Berti, M. y R. Wilckens. 1999. El cultivo de la Hierba de San Juan en Chile. P. 5-14. En: M. Berti, J. P. Joublan y F. Hevia (eds.). Curso Cultivo de la Hierba de San Juan. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Chile.
- ² Berti, M., R. Wilckens, S. Fischer y R. Araos. 2002a. Borage: A new crop for Southern Chile. P. 501-505. In: J. Janick (ed.) Trends in New Crops and New uses: Strength in Diversity. Timber Press.
- ³ Berti, M., R. Wilckens, S. Fischer y F. Hevia. 2002b. Effect of harvest season, nitrogen, phosphorus and potassium on root yield, echinacoside and alkylamides in *Echinacea angustifolia*. Acta Horticulturae 576: 303-310.
- ⁴ Berti M., R. Wilckens, F. Hevia y A. Montecinos. 2003c. Influencia de la fecha de siembra y la procedencia de la semilla en el rendimiento de capítulos de *Calendula officinalis* L., durante dos años en Chillán. Agricultura Técnica 63(1):1-8.
- ⁵ Berti, M. y R. Wilckens, 2002. Mercado y Cultivo de la Echinacea en Chile. Facultad de Agronomía Universidad de Concepción. 200p.
- ⁶ Gianquinto, G., C. Da Giau y M. Borin. 1997. The effects of mineral and organic fertilization on growth, yield and quality of borage (*Borago officinalis* L.) cultivated in different soils. Abstract. WOCMAP II World Congress on Medicinal and Aromatic Plants for Human Welfare.
- ⁷ Radanovic, D. S. Antic-Mladenovic y M. Jakovljevic. 2002. Influence of some soil characteristics on heavy metal content in *Hypericum perforatum* L. and *Achillea millefolium* L. Acta Horticulturae. 567: 295-301.
- ⁸ Schneider, M. y R. Marquard, 1996. Investigations on the uptake of cadmium in *Hypericum perforatum* L. Acta Horticulturae 426: 435-441.
- ⁹ Ram, M., S. N. Garg, G. Ram y S. Kumar. 2000. Plant population and yields in *Tagetes patula* and *Tagetes erecta*. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants. 7(3): 1-5.
- ¹⁰ Reeleder, R.D., B. Capell, J. Hendel y A. Starratt. 2000. Influence of planting density on yield and ginsenoside levels of *Panax quinquefolius*. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 7(1): 65-76.

- ¹¹ Montanari, I., P.M. Magalhaes y C. L. Queiroga. 1998. Influence of plantantion density and cultivation cycle on root productivity and tenors of β -ecdisonen en *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen. *Acta Horticulturae* 502: 125-128.
- ¹² Figueira, G.M. y Magalhaes. 1998. The effect of plant density and fertilization on the production of *Cichorium intybus* L. roots and inulin content. *Acta Horticulturae* 502: 129-131.
- ¹³ Pank, F. 1992. The influence of chemical weed control on quality characters of medicinal and aromatic plants. *Acta Horticulturae* 306:145 - 154.
- ¹⁴ Palevich, D. 1987. Recent advances in the cultivation of medicinal plants. *Acta Horticulturae* 208: 29 - 35.
- ¹⁵ Gray, D. G. Garret, S. Pallardy y G. Rottinghaus. 1998. Water stress effects on medicinal chemical concentrations in St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) and purple coneflower (*Echinacea purpurea* L). New crops and new uses: biodiversity and agricultural sustainability. Phoenix Arizona.
- ¹⁶ Misra, A. y N.K. Srivastava. 2000. Influence of water stress on japanese mint. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants* 7(1): 51- 63.
- ¹⁷ Vetter, A., F. Pank, U. Dubiel y J. Overkamp. 1991. Empfehlungen und Richtwerte für die Beregnung von Arznei- und Gewürzpflanzen. *Drogenreport* 4 (6), 86 - 89.
- ¹⁸ Aroiee, H. y R. Omidbaigi. 2002. Effects of pre- and post-emergence salt treatment on some characteristics of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* convar. *pepo* var. *styriaca*). *Acta Horticulturae* 576: 253-257.
- ¹⁹ Flück, H. 1954. The influence of the soil on the content of active principals in medicinal plants. *J. Pharmacy Pharmacol.* 6: 153 - 163.
- ²⁰ Röhricht, C., M. Solf y M. Grunert. 1995. Der Einfluss einer gestaffelten Stickstoffdüngung auf Ertrag und Qualität von echtem Salbei (*Salvia officinalis* L.); Fachtagung Heil- und Gewürzpflanzen; Kurzfassung der Referate und Poster; Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau: 14 - 15.
- ²¹ Piccaglia, R., V. Dellacecca, M. Marotti y E. Giovanelli, 1993. Agronomic factors affecting the yields and the essential oil composition of peppermint (*Mentha x piperita* L.). *Acta Horticulturae* 344: 29 - 40.

- ²² Jeliazkova, E.A., V.D. Zheljazkov, L.E. Craker, B. Yankov y T. Georgieva. 1998. NPK fertilizer and yield of pepper mint *Mentha x piperita*. Acta Horticulturae 502: 231-236.
- ²³ Omidbaigi, R. y L. Hornok 1992. Effect of N-fertilization on the production of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Acta Horticulturae 306: 249 - 252.
- ²⁴ Franz, C. 1984. Apuntes de cátedra: "Cultivo de plantas medicinales y aromáticas"; Technische Universität München-Weihenstephan.
- ²⁵ Correa, C.J., P.D. Castellane y J.J. Neto. 1998. Influence of organic and chemical fertilization on the yield of flowers, contents and composition of essential oil of (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert). Acta Horticulturae 502:195-201.
- ²⁶ Omidbaigi R. y A. Arjmandi. 2002. Effects of NP supply on growth, development, yield and active substances of garden thyme (*Thymus vulgaris* L.). Acta Horticulturae 576: 263-265.
- ²⁷ Berti, M., F. Hevia, R. Wilckens, J. P. Jouban, H. Serri y J. Allende. 2000. Fertilización nitrogenada de cultivo de Hierba de San Juan (*Hypericum perforatum* L.) en Chillán, Provincia de Ñuble, Chile. Ciencia e Investigación Agraria 27(2): 107-115.
- ²⁸ Hevia, F., M. Berti, R. Wilckens y P. Cifuentes. 2002. Quality and yield in St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) harvested in different phenological stages. Acta Agronomica Hungarica 50(3):349-358.
- ²⁹ Azizi, M y R. Omidbaigi, 2002. Effect of NP supply on herb yield , hypericin content and cadmium accumulation of St. John's wort (*Hypericum perforatum*, L.). Acta Horticulturae 576: 267-271.
- ³⁰ Lurtz, U. y A. Plescher. 1997. Einfluss von organischer und mineralischer Düngung auf Ertrag und Qualität von Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.). Drogenreport 10(18). Abstr. <http://www.drogenreport.com/index2.html>.
- ³¹ Persons, W. S. 1994. American ginseng: green gold : Agrower's guide, including ginseng's history and use. Brigh Mountain Books Inc. Asheville, North Carolina, USA. 203 pp.

- ³² Zheljaskov, V.D., E.A. Jelialkova, y L.E. Craker. 1998. Heavy metal uptake by *Mentha piperita* and *Mentha arvensis*. Abstract. WOCMAP II World Congress on Medicinal and Aromatic Plants for Human Welfare.
- ³³ Schüler, E. y W. Koch, 1991. Qualitätsbeeinträchtigung von Arznei- und Gewürzdrogen durch Krankheiten, Schädlinge und Unkraut sowie Wege umweltschonender Methoden zur Kontrolle; Drogenreport Sonderausgabe zur Fachtagung "Arzneipflanzen 1991", Erfurt: 90 - 97.
- ³⁴ Shukla, P.K., A. Haseeb, y S. Sharma. 1998. Soil texture, root lesion nematodes, and yield of peppermint (*Mentha x piperita*). Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 6(1): 1-7.
- ³⁵ Pallutt, W. 1994. Aktueller Stand des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau; Herba Germanica 2 (2): 40 - 54.

PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE PLANTAS MEDICINALES Y AROMÁTICAS

Ligia Morend

La producción orgánica aporta un nuevo componente de calidad a las plantas medicinales, aromáticas y de aceites esenciales, que es la ausencia de residuos químicos-sintéticos de riesgo para la salud, provenientes de fertilizantes, pesticidas o contaminantes ambientales, en las plantas o parte de plantas, frescas o secas y de sus aceites esenciales. Los productos así obtenidos pueden ser garantizados por una certificación.



Cultivos orgánicos de Caléndula y de Hierba de San Juan

La agricultura orgánica es muy apropiada para la producción de materias primas destinadas a la industria farmacéutica, la cosmética terapéutica y la aromaterapia, que actúan directamente sobre la salud del consumidor. Existen aceites esenciales, especialmente orientados a aromaterapias y usos medicinales, que se expenden con Certificación de Producto Orgánico¹.

A los requerimientos de calidad de las plantas medicinales y aromáticas ya mencionados en capítulos anteriores, se suman las exigencias del cultivo orgánico para obtener un producto sin residuos químico-sintéticos. Además de las prácticas adoptadas por la agricultura orgánica, es recomendable la aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas, de modo de fortalecer y optimizar el proceso productivo y obtener finalmente un producto aceptado por las normas de certificación orgánica vigentes, nacional e internacionales^{2,3}.

Los principios y prácticas fundamentales de la agricultura orgánica son los mismos para todas las especies. Se debe considerar que todo el sistema productivo está actuando sobre la calidad final de las plantas medicinales y aromáticas, desde la siembra o multiplicación de las plantas hasta la cosecha y poscosecha, y depende tanto de factores ambientales y de manejo agrícola como de factores internos intrínsecos a la especie. El sistema productivo debe:

- Favorecer la diversidad de especies
- Manejar la fertilidad de la tierra y protección del suelo
- Mantener el equilibrio sanitario de plantas y animales

Favorecer la diversidad de especies

El cultivo de plantas medicinales y aromáticas puede organizarse como policultivos que combinan en forma espacial y temporal más de una especie. Esto puede ser favorable en predios pequeños para satisfacer un mercado que demanda numerosas especies y en volúmenes no muy altos. En el caso de demandas voluminosas de unas pocas especies, se debe contar con predios de mayor superficie que puedan organizarse en subunidades productivas de un cuarto a media ha, alternadas y sujetas a rotaciones (sucesión de especies que se repite en un período de tiempo) con especies de tipo forrajero (leguminosas).

La producción de aceites esenciales requiere de volúmenes de producción de biomasa más elevados, dado el bajo rendimiento de aceite esencial en las plantas. En las unidades productivas de más de un cuarto de ha. se deben intercalar hileras de plantas que sean atrayentes de los enemigos naturales de las plagas o bien repelentes de determinados parásitos, además de incluir las prácticas indicadas para cuidar el estado sanitario de las plantas.

En las sucesiones y rotaciones no se pueden alternar especies de una misma familia botánica, para evitar la diseminación de patógenos que la atacan. Otro aspecto a considerar para alternar especies en el tiempo, es la estructura o parte del vegetal de interés, cuidando por ejemplo, no alternar en un mismo suelo dos especies para extracción de la raíz.

Como en todas las especies, la proximidad espacial produce competencia o complementación y su efecto puede ser inhibidor o estimulante, respectiva-

mente. En la distribución de las especies se debe "minimizar la competencia y maximizar la complementación"⁴. Este principio tiene un efecto directo sobre la calidad física y química de los productos cosechados ya que una excesiva competencia disminuye rendimientos y altera la síntesis de los metabolitos secundarios.

Para seleccionar las especies debemos conocer su morfología, fisiología, reacción química (alelopática), susceptibilidad a plagas y enfermedades, relación con insectos benéficos, extracción de nutrientes y aportes de residuos orgánicos y químicos.

Las plantas medicinales cultivadas pueden ser anuales, bianuales o perennes y en su distribución espacial también se incluyen cultivos de cobertura y plantas benéficas. Comúnmente se ubican en franjas, intercaladas, en hileras mixtas o bordes, dependiendo del objetivo. La distribución temporal puede llevarse como rotación, cultivo discontinuo, en relevo, en franja e intercalados. Los efectos se producen principalmente sobre la dinámica poblacional de los insectos, la supresión de malezas (efectos alelopáticos) y los nutrientes del suelo⁴.

La diversidad también se aplica a aquellas especies que no son cultivos propiamente tales, sino que son plantas acompañantes que sirven para atraer enemigos benéficos, como abono, para repeler insectos, mejorar los compuestos y crear hábitats para otros organismos benéficos.

Para mantener la calidad de las plantas medicinales en sistemas de policultivos, se deben tener áreas homogéneas y no enmalezadas de cada especie cultivada y realizar cosechas limpias y cuidadosas para no mezclar las especies.

Manejar la fertilidad de la tierra y protección del suelo

La optimización del manejo de la fertilidad de los suelos y su protección tiene efectos directos sobre la calidad de las plantas medicinales, ya que una planta que crece en un suelo "sano" tiene una mejor nutrición y es menos vulnerable a la presencia de fitopatógenos, de plagas y de malezas. En general está en mejores condiciones para sintetizar los principios activos como respuesta a las condiciones del medio.

Un sistema productivo orgánico iniciado en suelos que por largo tiempo fueron cultivados bajo régimen de agricultura convencional e intensiva, obtiene menores rendimientos los primeros años, mientras se restaura su equilibrio biológico, pero al tercer o cuarto año alcanza rendimientos similares al sistema convencional.

Conservar o aumentar la materia orgánica del suelo y reciclar los nutrientes es un principio básico para mantener o aumentar la fertilidad de los suelos, mejorar la retención de humedad, la estructura del suelo y disminuir la erosión. Se emplean los residuos orgánicos (vegetales o animales), rastrojos de cosechas, malezas (sin semillas ni estructuras de propagación), pajas o residuos ganaderos transformados en compuesto, abono orgánico, humus de lombriz u otros productos fertilizantes.

TÉCNICAS BÁSICAS PARA EL CUIDADO DEL SUELO

- Empleo de abonos verdes
- Uso de cubiertas (cultivos de cobertura y "mulch"),
- Rotaciones y sucesiones de cultivos, rotación de cultivos basado en leguminosas
- Asociaciones de especies
- Aplicación de "compuesto"
- Aplicación de humus de lombricultura
- Abonado con estiércol de granja y residuos agrícolas ganaderos previamente compostados
- Aplicación de fertilizantes minerales (en su composición natural, sin incrementar su solubilidad por medio de tratamientos químicos)

En las rotaciones y en las sucesiones se considera la extracción de nutrientes y el aporte (al incorporar residuos) de cada especie y las plagas y enfermedades que las afectan (susceptibilidad). Especies más extractivas requieren más abono orgánico y deben ser rotadas con leguminosas.

El suelo debe estar siempre protegido con "mulch" o cubiertas, abonos verdes (leguminosas y cereales) y cultivos de cobertura. Las cubiertas pueden ser restos de siega (césped), de cosechas o heno que se pica y se utiliza para cubrir el suelo. A menudo se practica el laboreo del suelo (superficial o profundo) sin volteo de la tierra o métodos de labranza superficial y mínima. El suelo con estas

características conserva el agua con eficiencia, reduce la pérdida por escurrimiento superficial y la percolación y está menos expuesto a la erosión.

Mantener el equilibrio sanitario de plantas y animales

La presencia de malezas, plagas y fitopatógenos es un factor que también incide directamente sobre la calidad de las plantas medicinales y aromáticas. El aspecto externo, por una parte, la contaminación con materias extrañas, la disminución de rendimientos del material vegetal y de los principios activos, incluso la variación de la composición química por alteración del metabolismo de la planta, pueden significar una importante pérdida.

A diferencia de la agricultura convencional o integrada, el sistema orgánico no dispone de una amplia gama de productos que puedan prevenir o controlar la presencia de fitopatógenos o de plagas y el desarrollo de malezas.

En consecuencia, se deben tomar medidas que prevengan y minimicen los factores que predisponen a la aparición de estos agentes, como aquellos que alteran la susceptibilidad de la planta, favoreciendo la infección, el desarrollo de una enfermedad, el ataque de una plaga o la invasión de malezas. (ver anexo 2)

DEFINICIONES

Agroecología y Agricultura Orgánica

La base científica de la Agricultura Orgánica tiene sus raíces en la Agroecología, una disciplina que enfoca el estudio de la agricultura desde la perspectiva ecológica. La visión holística de la Agroecología permite la optimización de todo el agroecosistema y proporciona la base para desarrollar sistemas de producción agrícolas ambientalmente más sanos, que superen las deficiencias de la agricultura moderna⁴. Estos agro-ecosistemas deben caracterizarse por: un mínimo de consumo de energía, ser capaces de restaurar nutrientes al suelo manteniendo su fertilidad, presentar mecanismos integrados de regulación de plagas, mantenerse por largo tiempo, no deben tener como única meta un rendimiento alto, sino desarrollar el mayor número posible de interacciones entre componentes bióticos para la estabilidad y productividad del sistema⁴.

Agricultura Convencional

Es la agricultura que ha tenido la posición dominante desde la expansión de la química de síntesis y se caracteriza por el intenso empleo de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas principalmente) y un alto grado de mecanización. La moderna tecnología empleada, de alto costo, ofrece a corto plazo una mayor producción, pero deja efectos adversos en el medio como son: los residuos químicos tóxicos de pesticidas, la acumulación de excesos de nitratos y nitritos, la pérdida de la diversidad vegetal y del equilibrio ecológico por la práctica de monocultivos, la pérdida de la fertilidad y la erosión de suelos⁴.

Agricultura Integrada

En la actualidad, los problemas ambientales derivados de la agricultura convencional y la sistematización de prácticas que se promueven a través de la "Guía de Buenas Prácticas Agrícolas", han derivado hacia una Agricultura Integrada que busca reducir al mínimo la utilización de productos químico-sintéticos sin excluirlos.

Agricultura Tradicional

Es la agricultura practicada por pequeños agricultores de países en desarrollo, en zonas más aisladas o porque no tienen recursos para utilizar tecnologías modernas. Los agroecosistemas tradicionales son sistemas complejos, consumen menor cantidad de energía en la producción, están adaptados a condiciones locales y se han mantenidos durante siglos⁴.

Agricultura Orgánica

Es la agricultura practicada por grupos de agricultores orgánicos surgidos en Norteamérica y Europa que rechazan la tecnología de la agricultura convencional en su mayor parte, porque su uso prolongado causa degradación del medio ambiente y no asegura la inocuidad de los alimentos. Es denominada *agricultura orgánica, biológica o ecológica según el país donde se practique*. Excluye todo empleo de productos químicos-sintéticos (pesticidas y fertilizantes) y no son aceptados los organismos genéticamente modificados.

Biodiversidad en el Sistema Agrícola

Los sistemas productivos agroecológicos integran árboles, cultivos y animales (Sistema Agroforestal). Si además se incorporan corredores biológicos con flora y fauna silvestre, viviendas ecológicas, fuentes de energías renovables o cuerpos de agua (Sistema Permacultural), se logra «permanencia» (productividad por largo tiempo), «estabilidad» y «optimización» del agroecosistema.

Los árboles son productivos (agrícolas o silvestres) y de protección (de flora y fauna en áreas silvestres), permiten la formación de mantillos (capa superficial del suelo con abundante materia orgánica y hojarasca en degradación) y de un microclima que favorece la microflora y microfauna. Los animales de granjas, además de ser productivos, tienen un rol fundamental en el reciclaje de nutrientes, mediante el aporte de guanos y estiércoles. Las prácticas de producción animal y el uso de guanos y estiércoles están reguladas por las Normas de Producción Orgánica.

Fertilidad de los Suelos

Los métodos biológicos de producción se basan en la transformación de detritus orgánicos, vegetales y animales, en humus para mejorar la fertilidad del suelo y así la *nutrición vegetal*, la sanidad de las plantas y su calidad nutritiva, en mantener la diversidad de especies (vegetales y animales) y proteger a los organismos benéficos.

Consideran el suelo como un "organismo vivo", se preocupan de mantener y mejorar el "humus" (mantillo), cuidar la vida microbiana, la microflora y microfauna, se habla de "nutrición del suelo". El humus proviene del propio suelo, de aportes del "compuesto" y de los abonos naturales⁵.

El suelo que conserva el agua con eficiencia, permite la formación de estanques, lagunas, riachuelos o arroyos, fundamentales para la vida silvestre y la presencia de organismos benéficos (predadores de parásitos). Es esencial favorecer la asociación micorrizal en la alimentación de las plantas, las micorrizas (hongos) forman "puentes vivos" entre el humus y la "savia" de las plantas⁵.

Certificación

Procedimiento por el cual el organismo de Certificación, certifica que el proceso de producción agropecuaria se ha desarrollado de acuerdo a normas técnicas aplicables a la obtención de productos orgánicos u orgánicos en transición (NCh 2439)⁶.

Organismos Certificadores que trabajan actualmente en el país⁷:

PROA Corporación de Promoción Agropecuaria, Chile

CCO Certificadora Chile Orgánico, Chile

ARGENCET, Argentina

IMO CONTROL, Suiza

BCS OKO Garantie, Alemania

LACON, Alemania

BIOCERTIFICACIÓN, Argentina

ECOCERT-INTERNATIONAL, Francia

Productos Orgánicos y en Transición

El producto es certificado como "Orgánico en transición", los dos primeros años de cultivo, cumpliendo con todos los principios establecidos en la reglamentación vigente y como "Orgánico" a partir del tercer año desde el comienzo de la gestión orgánica o aplicación de las normas. El período de transición se puede acortar o alargar según las condiciones previas del predio.

Normas Técnicas

Normas de producción orgánica establecidas por el organismo nacional de normalización o por una autoridad competente. La Norma Oficial Chilena es NCh 2439.Of 1999⁶.

Normas Internacionales⁷:

- Normas Básicas de Producción Orgánica, I.F.O.A.M, Alemania, 1989
- Normas de la Comunidad Económica Europea para la Agricultura Ecológica N° 2092/91 (y sus enmiendas), C.E.E. (Unión Europea), Bruselas, 1991
- Ley de Alimentos de Cultivos Orgánicos, O.F.P.A. 1979 y Reglamento del Programa Nacional de Agricultura Orgánica, Estados Unidos, 2001
- Normas Básicas de Producción Orgánica, CODEX ALIMENTARIUS

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ NAV. , 2000. Natural Apothecary of Vermont. <http://www.organiccoils.com>
- ² Demarco, M. F.; Sarruggieri, H.; López, M.A. 1997. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para la Producción Orgánica de Plantas Medicinales. II World Congress on Medicinal and Aromatic Plants for Human Welfare, WOCMAP II. 10-15 noviembre 1997. Mendoza, Argentina.
- ³ Girón, L. M.; Martínez, J. V.; Amador, P.; Cáceres, A. 2000. Tecnologías Agrícolas para la Producción de Plantas Medicinales. Fundamentos de Agrotecnología de Cultivo de Plantas Iberoamericanas. CYTED, 2000. Santafé de Bogotá, Colombia.
- ⁴ Altieri, M. A. 1983. Agroecología. Bases Científicas de la Agricultura. C.I.A.L. CETAL Ediciones, Valparaíso, Chile.
- ⁵ Howard, A. 1946. Un Testamento Agrícola. Sociedad Nacional de Agricultura. Imprenta Universitaria. Santiago, Chile. 237 p.
- ⁶ NCh 2439.Of 1999. Norma Chilena Oficial: Producción, elaboración, etiquetado y comercialización de alimentos producidos orgánicamente. INN, Santiago, Chile.
- ⁷ S.A.G. 2002. Agricultura Orgánica. Situación Actual, Desafíos y Técnicas de Producción. Departamento Protección de Recursos Naturales Renovables. Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago, Chile. 150 p.

Otras

- C.E.E. (U.E.), 1991. Normas de la Comunidad Económica Europea para la Agricultura Ecológica. Bruselas, C.E.E. (Unión Europea).
- F.I.A. 2001. Agricultura Sustentable. Resultados y experiencias obtenidas en el programa de Giras Tecnológicas y Consultores Calificados 1995-1999. Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile. 82 p.
- Rathgeb, W. 2001. Jardines y Huertos Orgánicos. Guía Práctica Paso a Paso. Aguilar Chilena de Ediciones, El Mercurio. Santiago, Chile. 156 p.

Cosecha y Postcosecha

Hermine Vogel y Felicitas Hevia

COSECHA

El desarrollo de las plantas no sólo va acompañado de un aumento del rendimiento de biomasa, sino que los tejidos vegetales también sufren cambios en la composición y concentración de los compuestos químicos. El momento de la cosecha influye, de esta manera, en la calidad del producto final. Por otra parte, la pureza depende de la técnica de cosecha, así como de la selección de los órganos que se cortan.

Momento de cosecha

Los principios activos en una planta están sometidos a fluctuaciones durante su crecimiento y desarrollo. Debido a ello, el estado de desarrollo del cultivo en que se cosecha es decisivo, tanto para la producción como para la calidad del producto. Para una especie en particular, el momento de recolección depende del órgano a cosechar y del estado fenológico en que éste presenta las concentraciones más promisorias de los compuestos activos.

En general, las hojas o la planta completa se cortan a inicio o durante la floración y para cosechar aquellas partes que se utilizan para destilar los aceites esenciales, se espera hasta lograr la plena floración. El momento indicado para

cosechar órganos subterráneos es durante el receso de la planta, es decir, antes o después del periodo de crecimiento, mientras que los frutos logran su mayor valor, como condimento o medicinal, con la madurez.

Sin embargo, algunas semillas, como el comino, se deben recolectar a inicio de madurez para evitar la caída y pérdida de ellas. Por esta misma razón, se cosechan durante las primeras horas matinales o en la noche, cuando la humedad relativa es más alta, al contrario de lo recomendado para otras especies medicinales y aromáticas.

El efecto de la cosecha de un determinado órgano y del estado de desarrollo de la planta se ilustra en los siguientes ejemplos.

- Las hojas de matico (*Buddleja globosa*), una planta medicinal chilena, presentan un mayor contenido de flavonoides cuando son adultas y tienen color verde, en comparación con las muy jóvenes o pardas senescentes¹.



Matico, hojas verdes y pardas, y tomillo en plena floración

- La planta de orégano contiene una mayor concentración de aceite esencial durante la época de floración, debido a un aumento en el número de brácteas en el producto. Estas, junto con las flores, son los órganos que presentan las mayores concentraciones de aceite esencial².
- La hierba de San Juan se recomienda cosecharla cuando existe una gran cantidad de botones florales y no más del 20% de las flores están abiertas, debido a que la mayor proporción de hipericina se encuentra en las anteras, las que pueden desprenderse fácilmente durante el secado y embalaje del producto³.

- En rosa mosqueta, un atraso en la cosecha causa una disminución en el contenido de ácido ascórbico y una pérdida en el rendimiento de casacrilla⁴.

No sólo la fecha y el estado de desarrollo de la planta son determinantes en la calidad del producto medicinal y aromático, sino que en algunas especies también la hora de cosecha, como muestra el ejemplo de *Thymus mastichina*, cuyo contenido de aceites esenciales en hojas y flores es superior cuando el corte se realiza entre las 12 y las 17 horas respecto al período que va entre las 20 y las 23 horas⁵. En otras especies como el cedrón, la hora de cosecha no afecta ni la concentración ni la composición del aceite esencial de la hoja⁶.

Para determinar la fecha óptima de cosecha, es importante conocer exactamente cuáles compuestos serán usados como marcador de la calidad, antes de decidir qué órgano cosechar y en qué momento hacerlo. En raíces de *Echinacea purpurea*, por ejemplo, el mayor contenido de alquilamidas se encuentra en prefloración y de ácido cichórico en madurez⁷. La distribución de estos compuestos en diferentes órganos muestra que el contenido de ácido cichórico es similar en raíces, flores, tallos y hojas, en cambio, el de alquilamidas sólo resulta ser relevante en las raíces. Este mismo estudio indica una influencia importante de la localidad en la respuesta del cultivo. En *Echinacea angustifolia* también se describe un efecto de interacción entre el momento de cosecha y la localidad sobre la respuesta de acumulación de los compuestos activos⁸.

Cosechar en el momento adecuado permite optimizar la calidad y el rendimiento, lo que conduce a una mejor rentabilidad del cultivo, sin incrementar los costos de producción.

Técnicas de cosecha

Para obtener una buena calidad en el producto final, el manejo cuidadoso del material vegetal durante la cosecha es un factor fundamental, independientemente de si se trata de cosecha manual o mecanizada.

La calidad de las plantas medicinales y aromáticas, como resultado de diferentes técnicas de cosecha, está relacionada con el proceso de selección durante la recolecta. Una cosecha manual es muy selectiva al permitir cortar solamente las plantas y los órganos deseados, mientras que la cosecha

mecanizada corta la planta medicinal al igual que la maleza. Así, en manzanilla la cosecha manual es muy selectiva al recoger sólo flores con un tallo corto, mientras que en la cosecha con peine, también manual, el porcentaje de tallos será mayor y, en una cosecha totalmente mecanizada, las flores se mezclan con yemas, tallos, hojas e incluso malezas. En este caso, los costos de la cosecha manual no pueden ser compensados por el sobreprecio que se logra con un producto de excelente calidad. Por esta razón, se prefieren técnicas efectivas de selección que requieren menos mano de obra, como por ejemplo la cosecha con peine.

La calidad del producto final está relacionada con una adecuada técnica de cosecha, adecuada a la necesidad de cada especie. En el cultivo de avena verde, un producto usado en infusiones, se presenta el problema de falta de luz en la base de la planta, lo que provoca que las hojas basales se tornen amarillas y aumenten la susceptibilidad frente a hongos. Para evitar que el material infectado sea cosechado y afecte la calidad del producto final, la máquina cosechadora se ajusta de modo que sólo recoja las hojas sanas del horizonte superior⁹.

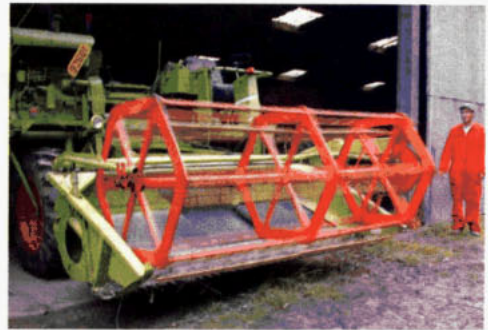
En general, un corte muy bajo no sólo puede traer problemas de un lento rebrote de la planta y contaminación del producto con tallos, hojas amarillentas, infectadas y sucias, sino que también puede recoger tierra del suelo, con el consiguiente deterioro del producto cosechado.

Durante el proceso de recolección es de suma importancia evitar todo tipo de daño mecánico. Un cuchillo sin filo, por ejemplo, puede afectar la calidad porque se arranca la planta completa o se dañan los tejidos al presionarlos con fuerza. Debido al daño producido a los tejidos vegetales, se inician los procesos enzimáticos de descomposición, las hojas frescas pierden rápidamente su color y su vida en postcosecha disminuye. Este mismo daño se produce al exponer el material vegetal a cargas mecánicas, por ejemplo, al llenar los sacos con presión o apilándolos.

En todo momento durante la cosecha es importante cuidar la higiene y evitar que se ensucie o contamine el material vegetal. El producto final debe estar libre de malezas, tierra u otras partículas ajenas. Por ello, no es conveniente extender el material cosechado sobre la tierra, sino que lo recomendable es recogerlo inmediatamente. Es fundamental que todo el material de manejo o

contacto directo, como contenedores, herramientas, incluso las manos, estén limpios para así evitar problemas de contaminación.

Pueden surgir también contaminación microbiana y pudrición, cuando se cosechan las plantas húmedas o mojadas, por ejemplo, después de una lluvia o del riego por aspersión o en un momento de alta humedad relativa ambiental, o en las primeras horas del día en otoño. Además, es importante tener presente que una lluvia antes de la cosecha puede disminuir la calidad de las plantas al lixiviar los principios activos.



Detalle de máquina cosechadora y máquina de cosecha automotriz

Recolección silvestre

Las plantas que se recolectan de su hábitat silvestre presentan problemas de calidad relacionados con la confusión con plantas de similar aspecto o con los mismos nombres comunes. Pero, incluso dentro de la misma especie botánica, el material vegetal recolectado es muy heterogéneo debido a la variabilidad genética natural, a diferencias en el estado de desarrollo entre las plantas y a los distintos ambientes en que crecen.

La calidad del producto medicinal de recolección silvestre se debe cuidar al igual que en la cosecha de un cultivo, respetando el estado de desarrollo y el órgano de la planta que se aprovechará, la limpieza e higiene, los métodos de selección y evitando los daños mecánicos.

POSTCOSECHA

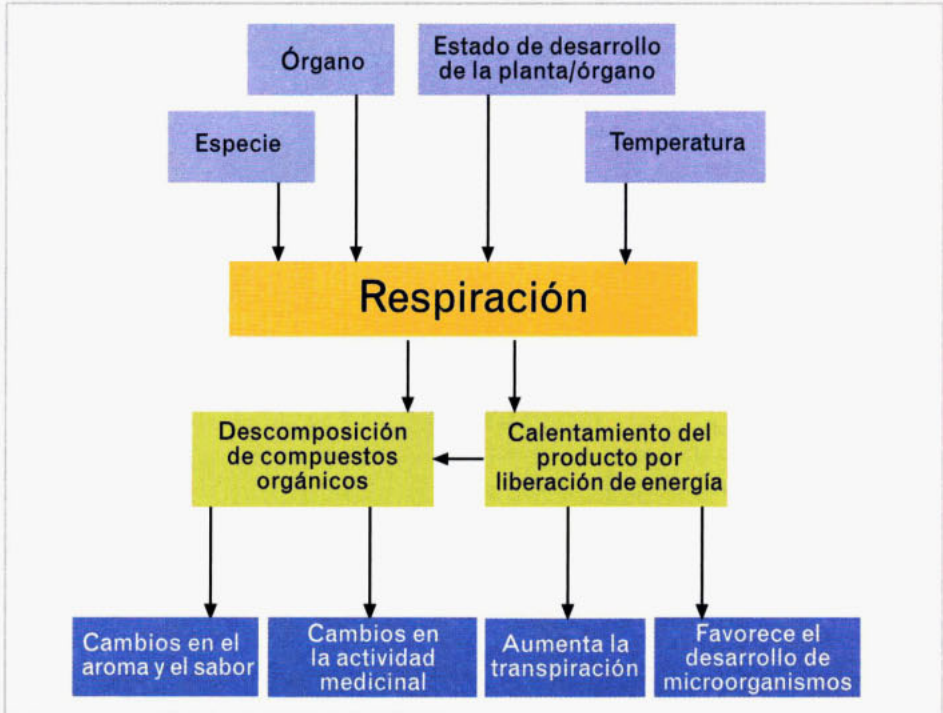
Una vez cortada la planta, los tejidos vegetales están sometidos a estrés y los procesos fisiológicos, tales como la respiración, senescencia y transpiración, continúan, desencadenándose la senescencia celular. Debido al corte, el tejido pierde agua, lo cual puede llevar a la ruptura de membranas, especialmente la vacuolar. Así, se liberan enzimas que participan en procesos degradativos asociados a la senescencia. Factores ambientales, como las altas temperaturas, la humedad, la contaminación microbiana y los daños mecánicos, favorecen la descomposición e inducen rápidamente cambios en la calidad del producto.



Cosecha de Melilotos

La respiración es el proceso mediante el cual las células vegetales metabolizan los carbohidratos y otras sustancias orgánicas, en presencia de oxígeno, liberando dióxido de carbono, agua y energía. La falta de oxígeno induce la fermentación, la que también libera energía. Los efectos negativos de la respiración en postcosecha de plantas medicinales y aromáticas se relacionan en primer lugar con la descomposición de sustancias químicas, algunas de ellas responsables de los efectos medicinales y de los aromas característicos (Figura 3.1).

Figura 3.1
Los efectos de la respiración en postcosecha
de plantas aromáticas y medicinales



En ajeno se ha observado una disminución de la materia fresca en 2,2% y de la materia seca en 1,4% dentro de las primeras 24 horas después de la cosecha, como consecuencia de la respiración¹⁰. La hierba fresca de *Echinacea purpurea* pierde en el mismo periodo un 1,7% a 10°C; si se almacena a 20°C y 30°C este valor se eleva a un 4,0% y un 8,9%, respectivamente¹¹. Además, la respiración provoca un calentamiento del producto cosechado, lo que aumenta la actividad metabólica, con sus respectivas consecuencias en los principios activos, favorece la transpiración e incrementa el desarrollo de la flora microbiana.

Las tasas de respiración en postcosecha son altas en las especies aromáticas y medicinales, y en muchos casos sobrepasan con creces la de otros cultivos agrícolas, particularmente cuando se trata de órganos con alto contenido de humedad (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1
Tasa de respiración a 10°C de algunos cultivos tradicionales
y plantas medicinales y aromáticas (Böttcher y Günther³).

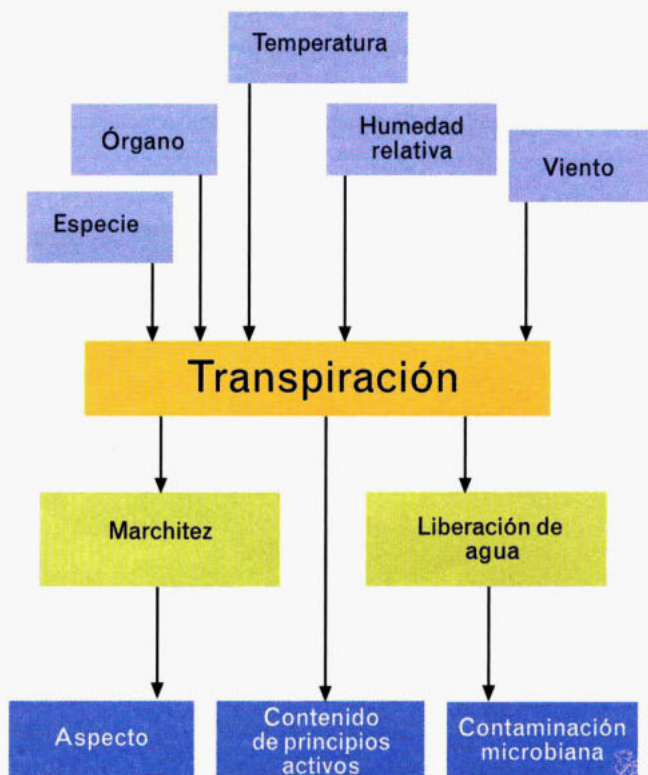
CULTIVO	TASA DE RESPIRACIÓN (W/t)
Semillas	
Trigo (14% humedad)	0,23
Hinojo	1,4
Organos subterráneos	
Papa y remolacha	20-30
Valeriana	270
Hojas	
Espinaca	260
Menta	670
Flores	
Manzanilla	1000-1700

La tasa de respiración está relacionada con el comportamiento en postcosecha del producto, Así por ejemplo, el alto valor observado en flores de manzanilla, que alcanza hasta 1.000 -1.700 W/t, explicaría el rápido calentamiento del producto cosechado.

En general, se indica que al aumentar la temperatura en 10 grados, la respiración se duplica, al igual que otros procesos químicos y fisiológicos. Por esta razón, es de suma importancia bajar el calor de campo a la brevedad, mantener el producto cosechado en condiciones frescas, aireadas y evitar la exposición directa al sol.

Durante la transpiración los tejidos vegetales pierden agua, principalmente a través de sus estomas. Este proceso se incrementa con el calentamiento del producto, provocando la marchitez de las plantas y afectando el contenido de principios activos (Figura 3.2).

Figura 3.2
Efecto de la transpiración sobre la calidad
del producto cosechado



La senescencia es el proceso de envejecimiento desatado cuando la planta es cortada. El primer síntoma visible es la clorosis foliar, y posteriormente se desencadena la caída de las hojas. Durante este proceso ocurren cambios químicos importantes en la planta, como la degradación enzimática de las clorofilas. Algunos principios activos se descomponen, por lo que paulatinamente el producto cosechado pierde el color verde de la planta fresca, la actividad biológica disminuye y la planta sufre alteraciones en su aspecto y sabor. En estados avanzados de la senescencia la respiración disminuye.

Así por ejemplo, la senescencia en *Echinacea purpurea* se expresa primero por una marchitez de los pétalos, que luego comienzan a pardearse desde la orilla, mientras las semillas siguen desarrollándose. Una «buena» calidad de la hierba fresca en esta especie se puede mantener por hasta 70 horas a 10°C, 60 horas a 20°C y hasta 40 horas a 30°C ¹¹.

Para obtener un producto aromático o medicinal de alta calidad es necesario detener los procesos de descomposición lo antes posible, mediante un procedimiento adecuado.



Sacos de tilo deshidratado

Durante la cosecha, el posterior almacenamiento y el transporte del material fresco, es importante evitar las situaciones que favorecen estos procesos, lo cual se puede conseguir, manejando factores tales como temperatura, ventilación y luz.

Temperatura

Las temperaturas altas aceleran los procesos de descomposición y transpiración, por lo que se recomienda no cosechar a mediodía, dejar la cosecha siempre a la sombra y trasladarla lo antes posible al lugar de procesamiento. La descomposición, por su parte, genera energía y con ello un autocalentamiento del producto, mientras que la transpiración absorbe energía, enfriando el material, pero también lo humedece, lo que a su vez provoca su deterioro.

Humedad

La humedad favorece la respiración y el desarrollo de microorganismos, induciendo los procesos de pudrición. Por esta razón, es de suma importancia que la planta no se corte cuando está húmeda a causa de una lluvia, rocío matinal o riego. Las condiciones de baja humedad deben mantenerse en todo momento durante la postcosecha, protegiendo el material vegetal de la humedad ambiental en el terreno, durante el traslado y en los acopios.

Ventilación

Una buena ventilación del material vegetal ayuda a extraer el calor y la humedad producidos con la respiración y la transpiración. Estos procesos fisiológicos continúan deteriorando la calidad y sólo se detienen cuando los tejidos están completamente deshidratados, a 8-12% de humedad. Por esta razón, el material vegetal debe procesarse rápidamente y, hasta llegar al lugar de procesamiento, debe guardarse y transportarse en forma suelta, no apilando la cosecha ni relleno de sacos con presión. En lo posible, se debe evitar el uso de bolsas plásticas u otros contenedores que impidan el paso del aire.

Estudios en ajeno muestran que la cosecha apilada gasta el oxígeno dentro de los primeros 30 a 60 minutos. Después se inician los procesos de fermentación y descomposición anaeróbica, aumentando la carga de microorganismos¹⁰.

Luz

El producto cosechado debe protegerse de la luz solar, que calienta el material vegetal, aumentando de esta forma la respiración, la transpiración y la pérdida de compuestos volátiles. Además, los colores palidecen y la hierba pierde rápidamente el aspecto fresco. Algunas ondas son muy energéticas y pueden provocar reacciones químicas y con ello la descomposición de algunos compuestos con actividad farmacéutica, especialmente por la radiación UV¹³. Pero también puede activar reacciones favorables, desde el punto de vista de la

calidad: en el caso de la hierba de San Juan, por ejemplo, se favorece la conversión de protohipericina y protoseudohipericina en hipericina y pseudohipericina¹⁴.

Daños mecánicos

Los daños mecánicos del material vegetal, como consecuencia de un corte que se ha hecho con fuerza (empleando, por ejemplo, cuchillos mal afilados) o de una indebida presión sobre el producto cosechado, se manifiestan en el pardeamiento de las partes afectadas. Esta reacción es inducida por el sistema protector propio de la planta, causando la oxidación de los taninos en las células dañadas. Además, las plantas machucadas son más propensas al ataque por microorganismos, que causa finalmente la pudrición del producto.

Limpieza e higiene

La planta cosechada lleva consigo una microflora natural desde el cultivo. Sin embargo, una falta de medidas higiénicas durante la postcosecha puede aumentar la contaminación microbiana, al igual que en otros procesos de producción. En las especies medicinales y aromáticas, la contaminación con microorganismos es particularmente problemática porque las plantas generalmente no se lavan y, en muchos casos, tampoco pasan por un proceso de cocción o esterilización. Todo el procedimiento debe realizarse bajo estrictas normas de higiene. Las herramientas y los contenedores con que la planta entra en contacto deben estar absolutamente limpios, así como las manos que la manipulan. La cosecha debe protegerse del acceso de plagas, pájaros y otros animales.

Selección

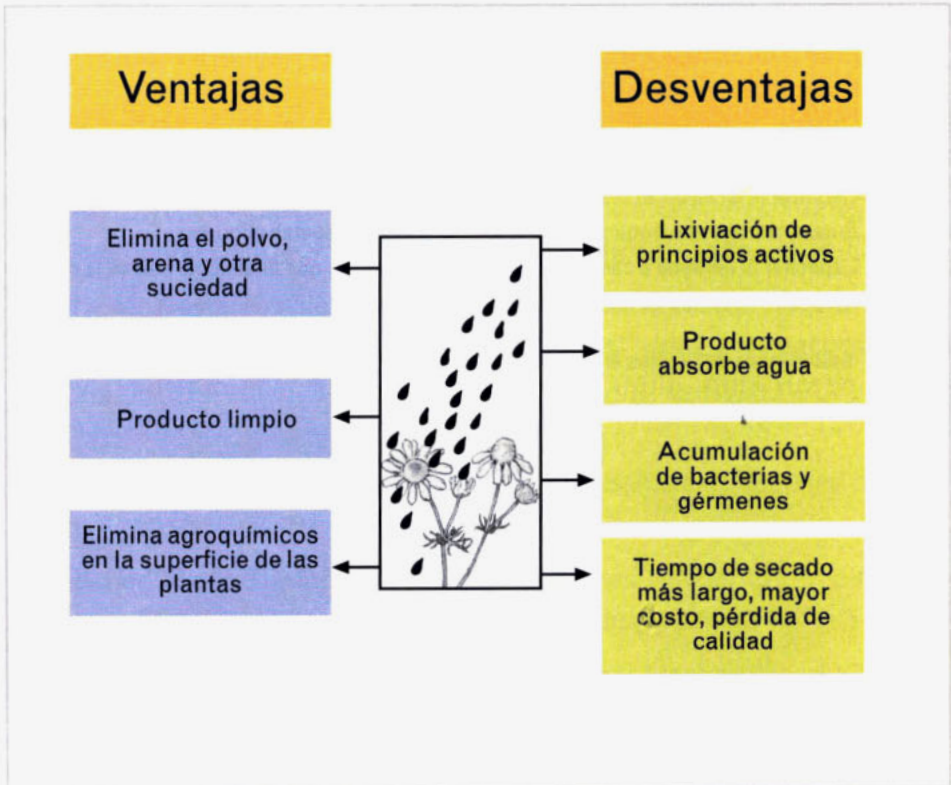
El todo momento de la producción es recomendable seleccionar el producto, sacando piedras, partes de malezas, un exceso de tallos, hojas amarillentas o manchadas y otras impurezas.

El lavado

Gran parte de las hierbas medicinales se conservan deshidratadas. Para evitar cualquier pérdida de calidad, estas especies generalmente no se lavan. Sólo las raíces se someten a un proceso de lavado para eliminar las partículas de suelo adheridas al producto. En este caso, el agua debe ser limpia, en lo posible potable.

Binder¹⁵ recomienda el lavado de todo tipo de plantas medicinales en caso de disponer de tecnología moderna que permita un secado rápido. Las ventajas y desventajas del lavado de la hierba cosechada están ilustradas en la Figura 3.3.

Figura 3.3
Ventajas y desventajas del lavado de hierbas
medicinales y aromáticas



En relación a la cosecha y postcosecha, las Buenas Prácticas Agrícolas (GAP) y las Buenas Prácticas de Recolección Silvestre (GWP) indican:

- Cosechar en el momento de la mejor calidad posible, de acuerdo con sus diferentes usos
- Cosechar en condiciones óptimas, evitando la humedad ambiental y los efectos novicios
- Usar equipamiento limpio y en excelente estado técnico
- Reducir al mínimo la recolección de partículas de tierra
- Evitar la mezcla de malezas tóxicas con el cultivo cosechado
- Eliminar las partes vegetales dañadas o descompuestas
- Usar recipientes limpios y libres de restos de cosechas anteriores
- Evitar el contacto del producto cosechado con la tierra, recogerlo inmediatamente y transportarlo en condiciones secas y limpias
- Evitar los daños mecánicos y la compactación de la hierba, sin sobrellenar ni apilar los sacos
- Transportar y almacenar de tal manera que se evite el calentamiento y entregar el material a la brevedad
- Proteger el material cosechado contra plagas, roedores y animales domésticos; disponer de la documentación del control de plagas.

En la recolección silvestre, además se debe cuidar:

- Evitar la recolección excesiva, no recolectar especies en riesgo de extinción
- Controlar la correcta identificación de las plantas recolectadas
- Certificar los datos generales acerca de la zona de recolección, incluyendo la descripción del hábitat, clima, tipo de suelo u otros datos que tengan influencia en la calidad del producto
- Certificar la fecha de recolección y las características de calidad y pureza de cada producto
- Buscar la mayor homogeneidad posible del material vegetal; etiquetar
- Capacitar la persona a cargo de controlar el proceso, y que finalmente asume la responsabilidad, en temas de identidad, calidad y pureza.

Ver indicaciones detalladas en los Anexos 3 y 4.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Vogel, H., U. Doll, I. Razmilic y J. San Martin. 2002. Domestication studies of matico (*Buddleja globosa* Hope). *Acta Horticulturae* 576: 203-206.
- ² Vogel, H., J. Muñoz e I. Razmilic. 1996. Efecto de la época de cosecha sobre el rendimiento de producto deshidratado y de aceite esencial en orégano (*Origanum vulgare* L.). *Ciencia e Investigación Agraria* 23(2-3):55-60.
- ³ Hevia, F., M. Berti, R. Wilckens y P. Cifuentes. 2002. Quality and yield in St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) harvested in different phenological stages. *Acta Agronomica Hungarica* 50(3):349-358.
- ⁴ Hevia, F., J. P. Joublan, M. Berti, M. Tello, A. Galaz y R. Wilckens. 1999. Fecha de cosecha de rosa mosqueta: calidad y rendimiento de cascarilla. *Agro-Ciencia* 15(2): 285-290.
- ⁵ Miguel, M.G., F. Duarte, F. Venâncio y R. Tavares. 2002. Chemical composition of essential oils from *Thymus mastichina* over a day period. *Acta Horticulturae* 576: 87-90.
- ⁶ Vogel, H., M. Silva e I. Razmilic. 1999. Seasonal fluctuation of essential oil content in lemon verberna (*Aloysia triphylla*). *Acta Horticulturae* 500:75-79.
- ⁷ Stuart, D. y R. Wills. 2000. Alkylamide and cichoric acid levels in *Echinacea pupurea* tissues during plant growth. *Herbs, Spices & Medicinal Plants* 7(1): 91-101.
- ⁸ Berti, M., Hevia, F., Wilckens, R. y S. Fischer. 2002. Effect of harvest season, nitrogen, phosphorus and potassium on root yield, echinacoside and alkylamides in *Echinacea angustifolia* L. in Chile. *Acta Horticulturae* 576:303-310.
- ⁹ Schneider, E. 2001. Quality of medicinal Plants. Seminario. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Marzo 2001.
- ¹⁰ Böttcher, H. e I. Günther. 2002. Physiologisches Nachernteverhalten von Wertmut-Pflanzen (*Artemisia absinthium* L.). *Drogenreport* 15(27):3-8.
- ¹¹ Böttcher, H. e I. Günther. 2001. Physiologisches Nachernteverhalten von Rotem Sonnenhut (*Echinacea purpurea* (L.) Moench). *Drogenreport* 14(26):10-14.

- ¹² Böttcher, H. e I. Günther. 1995. Nachernteverhalten und Nacherntephysiologie von Arznei-und Gewürzpflanzen. *Herba Germanica* 3:47-66.
- ¹³ Lück, L., R. Schenk, G. Bader y G. Abel. 2001. *Solidago virgaurea* L. Intraspecific variability and influences of cultivation measures on biomass yield and physiological composition. World Conference on Medicinal and Aromatic Plants. Budapest, Hungría, 2001.
- ¹⁴ Hevia, F., M. Berti, R. Wilckens, M. Tello y R. Torres. 2000. Contenido de hipericina en hierba de San Juan (*Hypericum perforatum* L.) en función del ambiente y tiempo de postcosecha. *Agro-Ciencia* 16(29):229-234.
- ¹⁵ Binder, J. 1994. Moderne Technologien der Nacherntebehandlung in der Drogenwirtschaft zur Erzielung hoher Qualitäten. *Herba Germanica* 2:120-123.

Deshidratado de plantas medicinales

Felicitas Hevia y Claudia Tramón

Una de las opciones más frecuentemente utilizadas para industrializar las plantas medicinales es la deshidratación. En general, la deshidratación se refiere a la remoción de la humedad del producto mediante la aplicación de temperatura. De esta manera, se reduce la actividad del agua (a_w) y con ello se limita el crecimiento microbiano y algunas reacciones químicas, lo que permite una buena conservación de los componentes del vegetal fresco. Esta es la razón más importante, desde el punto de vista técnico, por la que las plantas medicinales son deshidratadas. Pero, además, con la deshidratación disminuye en forma significativa el volumen y el peso del producto, lo que produce una mayor eficiencia en el transporte, embalaje y almacenaje del material vegetal, con una consecuente reducción del costo de los mismos.



Hojas de Boldo deshidratadas al sol (izquierda)
y bajo condiciones controladas (derecha)

El método y las condiciones de secado son de gran importancia en el procesamiento de las plantas medicinales, puesto que tienen un impacto significativo no sólo en la conservación y apariencia, sino también en la efectividad de los principios activos, lo que influirá en la demanda y el precio de los productos.

Deshidratación

La deshidratación consiste en un proceso que permite eliminar, por vaporización o sublimación, la mayor parte del agua de un material. En este proceso intervienen dos fenómenos fundamentales:

1. Transferencia de calor entre el producto y su ambiente inmediato
2. Transferencia de masa (vapor de agua) a través del producto y fuera de él.

El calor aporta la energía necesaria para la transformación del agua líquida en vapor, principalmente, calor latente de vaporización.

En el producto, el agua se encuentra de dos formas: libre y ligada. El agua libre se comporta como agua pura, mientras que el agua ligada presenta menor presión de vapor, movilidad y punto de congelación que el agua pura, debido a la interacción que existe entre las moléculas del agua y de los componentes del producto. La actividad de agua (a_w) es el término usado para indicar la relación entre un material (por ejemplo, partes botánicas de plantas medicinales) y la humedad relativa de equilibrio de la atmósfera que lo rodea.

La actividad de agua de la forma libre es igual a uno, y la del agua ligada es menor a uno. Un aspecto fundamental para la preservación de un producto biológico es la cantidad de agua ligada, más que la humedad total del mismo. Es clave para el desarrollo de microorganismos, producción de toxinas, reacciones enzimáticas y no enzimáticas. La mayoría de las bacterias no pueden desarrollarse cuando la a_w es menor o igual a 0,8.

Transferencia de calor

Existen tres mecanismos de transferencia de calor: por convección, conducción y radiación. Durante el secado de un producto por contacto con un fluido en movimiento (aire caliente), la transferencia de calor se realiza por convección, particularmente en las capas superiores del fluido donde, por lo general, existe régimen turbulento. Sólo en una delgada capa de fluido inmediata a la superficie del sólido, la transferencia se hace por conducción, aunque este fenómeno rara vez se considera en la modelación de operaciones de deshidratado. El calor transferido dependerá de la superficie del sólido que esté expuesta al fluido, de la velocidad del fluido y de la temperatura en el seno del fluido y en la superficie del sólido.

Transferencia de masa

Durante la deshidratación de un producto, la transferencia de masa (vapor de agua) ocurre en dos modalidades: por difusión desde el interior hacia la superficie del producto y desde la superficie del producto hacia el exterior.

En el caso de deshidratado por convección a presión atmosférica, el paso del vapor de agua a través de la capa límite situada en la superficie del producto constituye la principal resistencia a la transferencia de masa. Aplicando una corriente de aire de alta velocidad se disminuye el espesor de la capa límite y se evita la formación de un gradiente de humedad en el aire en contacto con el producto. Sin embargo, las condiciones de operación están limitadas por las características del producto; por ejemplo, en el secado de hojas o pétalos, la aplicación de velocidades de aire elevadas producirá el arrastre de los mismos.

Durante el secado por aire caliente, la diferencia de las presiones parciales de vapor de agua en la superficie del producto y en el seno del fluido está controlada por la temperatura de operación y la humedad relativa. Mientras más seco esté el fluido (aire) hacia el cual se produce la transferencia de masa, mayor será la velocidad de secado. En consecuencia, si se aplica para el secado una corriente de aire muy húmedo, la transferencia de masa será ineficiente. Esto puede ser compensado aumentando la velocidad del fluido y/o la temperatura de operación, con el consiguiente aumento de los costos del proceso, por una

parte, y el deterioro del producto, si la temperatura se incrementa por sobre los valores permitidos para la estabilidad del producto en particular (color, actividad medicinal o aromática), por otra parte.

La presión de vapor del agua contenida en un sólido húmedo depende de la naturaleza del sólido y de la temperatura de operación¹. Por lo tanto, si un sólido húmedo se expone a una corriente de una mezcla gaseosa perderá humedad por evaporación o bien ganará humedad a partir de la mezcla gaseosa, hasta que las presiones de vapor de agua en la superficie del sólido y en el seno del fluido se igualen. La mezcla gaseosa estará, entonces, en equilibrio.

Curva de secado y de velocidad de secado

La curva de secado se obtiene al graficar el contenido de humedad del producto en función del tiempo (Figura 4.1). También se puede representar la velocidad de secado en función del contenido de humedad del producto (Figura 4.2). Las curvas de secado y de velocidad de secado y el tiempo de secado, dependen tanto de las características del material (contenido de humedad, tamaño y naturaleza) como de las condiciones en que se realiza el proceso (temperatura, humedad relativa y velocidad del aire).

Figura 4.1
Curva de secado parte aérea de *Echinacea purpúrea*, 40°C m/s.

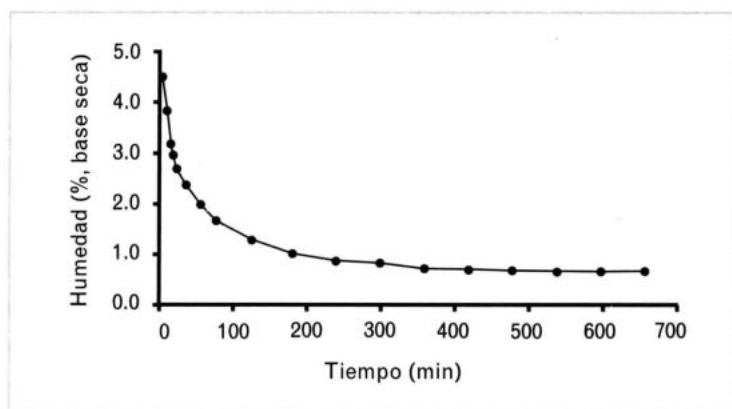
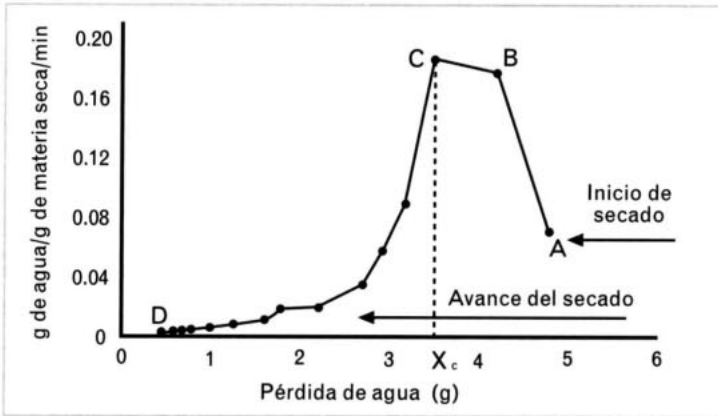


Figura 4.2
Curva de velocidad de secado parte aérea de
Echinacea purpurea, 40°C m/s.¹¹



El proceso de deshidratación se puede dividir en varias etapas, fases o períodos^{1,3,4,5}:

1. Primera fase o período de velocidad variable o de adaptación o estabilización: corresponde a la sección AB de la curva de secado (Figura 4.2). En esta etapa, la temperatura del sólido se ajusta hasta alcanzar un estado estacionario, que corresponde a la temperatura de bulbo húmedo. Con frecuencia esta fase constituye una proporción despreciable del proceso de deshidratación, pero en algunos casos puede ser significativa.
2. Segunda fase o período de velocidad constante: corresponde a la sección BC de la curva de secado (Figura 4.2) y representa la remoción del agua no ligada del producto. El agua se comporta como si el sólido no estuviese presente y la velocidad con que fluye hacia la superficie del producto es igual a la velocidad con que se evapora desde la superficie hacia el fluido. La temperatura del sólido es igual a la temperatura del bulbo húmedo del aire y el período termina cuando el sólido alcanza el contenido crítico de humedad (X_c). La velocidad de secado durante este período está limitada por la transferencia de calor a través de la capa límite. Se puede acelerar el proceso, fraccionando el producto (por ejemplo, a través de molienda o desmenuzado), con lo que aumenta la superficie efectiva de exposición; o incrementando la diferencia entre la temperatura de bulbo seco y de bulbo

húmedo; o bien aumentando la velocidad del aire, todo esto si las características del producto lo permiten. En esta fase ocurre transferencia de masa (vapor de agua) desde el interior hacia la superficie del producto y desde la superficie del mismo hacia el exterior.

3. Tercera fase o período de velocidad decreciente: esta fase (segmento CD en la Figura 4.2) comienza en X_c , cuando la superficie del producto no recibe más agua libre. La presión parcial de vapor de agua en la superficie del producto disminuye progresivamente y, en consecuencia, la velocidad de secado también disminuye. La temperatura de la superficie del sólido aumenta y la actividad de agua en la superficie es menor que uno. El número y tipo de períodos decrecientes están determinados básicamente por los mecanismos de retención y los movimientos del agua (líquida y vapor) al interior del sólido. Sólo mediante un incremento de la temperatura del aire es posible conseguir un aumento apreciable de la velocidad de secado, o bien aplicando un aire de muy baja humedad relativa al final del proceso. El hecho de que al final del secado la temperatura del sólido aumente hasta aproximarse a la del fluido (aire) determina que la temperatura del aire debe moderarse para evitar que se deteriore la calidad del producto (compuestos activos, color). En ningún momento la temperatura del producto puede superar la temperatura crítica, que habitualmente es de 35 a 45°C. Por lo general esta fase constituye la mayor proporción del tiempo total de deshidratado.

La velocidad de cada una de las fases del secado depende, en gran medida, de las características propias del producto⁶. Cuando presenta elevado contenido inicial de agua, la velocidad inicial de secado es alta. Si la concentración de constituyentes poliméricos, tales como proteínas, almidones y azúcares amorfos es elevada, aumenta la proporción de la tercera fase de secado. Por el contrario, las sales, los azúcares cristalizados y los lípidos absorben muy poca agua y la primera fase de secado puede adquirir proporcionalmente mayor importancia.

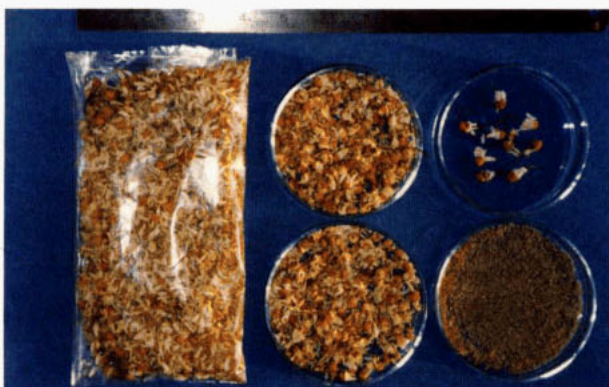
Debido a lo anterior, para determinar la duración de la operación de secado de un producto en particular, es necesario realizar pruebas experimentales en planta piloto, que consideren la variación del peso del producto a través del tiempo.

La cantidad de agua a extraer no debe superar un cierto límite, pues la planta no debe presentarse reseca ni quebradiza. En general, los mercados han

establecido los límites de la humedad comercialmente aceptable. Por ejemplo, el contenido máximo de humedad exigido por Alemania para la importación de albahaca dulce es 10%; hojas de laurel, 9%; eneldo, 10%; orégano, 11%; romero, 9%; salvia, 10%; estragón, 10%, y tomillo, 9%⁷.

Procesos y equipos de deshidratado

Existe una gran cantidad de métodos y equipos de secado, naturales y artificiales o mecánicos; estacionarios (discontinuos) y continuos; secado por aire caliente, por contacto directo con una superficie caliente y por transmisión de onda, como microondas, infrarrojo y ultravioleta. La elección dependerá de las características físicas y químicas del producto y de la relación costo-beneficio⁶.



Muestras de flores de manzanilla deshidratadas

Secado natural

Si se cuenta con las condiciones climáticas adecuadas, baja humedad relativa y temperaturas elevadas, el secado natural es efectivo, sencillo de realizar y de bajo costo. El tiempo de secado dependerá de las condiciones climáticas y de la naturaleza del material. Sin embargo, no se puede depositar el material directamente sobre el suelo, ni dejarlo al sol y moverlo de vez en cuando, pues en esas condiciones se obtendrá un producto de mala calidad, humedad heterogénea, contaminado y de bajo valor comercial.

En cambio, se puede lograr un producto de buena calidad en un período de algunos días, si la cosecha se deposita a la sombra, en capas delgadas sobre bandejas (catres) perforadas para permitir una buena ventilación y se deja al aire libre, removiendo frecuentemente el material durante el día y guardándolo al atardecer bajo techo o cubriéndolo con algún material limpio, que evite la absorción de la humedad ambiental. Por ejemplo, en las condiciones climáticas de Tasmania (Australia) es posible secar ajeno anual (*Artemisia annua* L.) en el campo, tanto al sol como a la sombra, obteniéndose mejores contenidos de artemisinina que mediante secado artificial discontinuo⁸.

La mayor ventaja del secado natural radica en el hecho de que la energía no tiene costo, es renovable y no contaminante; por otra parte, las desventajas se relacionan con la intensidad de las labores, el tiempo prolongado del proceso y el hecho de que frecuentemente no se logra bajar suficientemente la actividad de agua, debiéndose recurrir a un secado artificial posterior, para evitar el deterioro del producto, ya sea por reacciones químicas, agentes microbiológicos o insectos.

Secado artificial o mecánico

El secado artificial o mecánico involucra mayores gastos, pero tiene la ventaja de que es independiente de las condiciones climáticas, permite controlar las variables importantes para el proceso y en pocas horas hace posible obtener un producto homogéneo y de buena calidad comercial.

Según la forma de producir la transferencia de calor, los equipos deshidratadores se pueden clasificar en tres grandes grupos⁹:

- Secadores directos
- Secadores indirectos
- Otros

Secadores directos: la transferencia de calor para el secado se logra por contacto directo entre los sólidos húmedos y los gases calientes. La humedad evaporada se arrastra con el medio de secado. Este tipo de secadores también se denominan regularmente "secadores por convección" y son los más frecuentemente usados para deshidratar plantas medicinales.

Secadores indirectos: el calor de secado se transfiere al sólido húmedo a través de una pared de retención. La humedad evaporada se separa de los sólidos independientemente del medio calefactor. La velocidad de secado depende del contacto que se establezca entre el material húmedo y las superficies calientes. Este tipo de secadores suelen ser denominados "secadores por conducción" o "secadores por contacto".

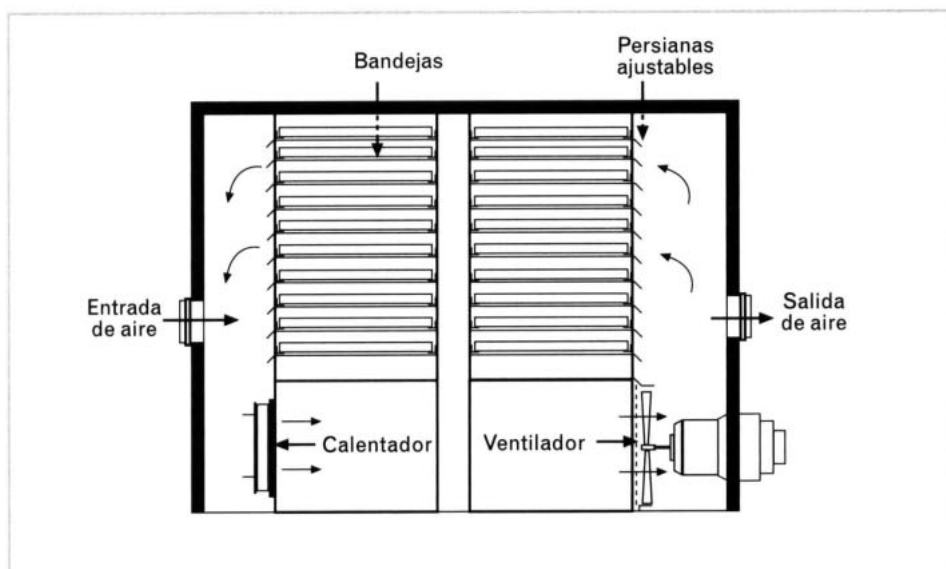
Otros: El calor de secado se transfiere por radiación; por ejemplo, los secadores infrarrojos, cuyo funcionamiento depende de la generación, transmisión y absorción de rayos infrarrojos.

Secadores discontinuos de bandejas y compartimentos

Consisten en una cabina aislada provista interiormente de un ventilador para hacer circular aire a través de un calentador (Figura 4.3). El aire caliente sale por una rejilla de láminas ajustables y es dirigido horizontalmente entre las bandejas cargadas con capas delgadas del material vegetal, y/o verticalmente a través de las bandejas perforadas y el producto. Pueden disponer de reguladores para controlar la velocidad de aire nuevo y la cantidad de aire de recirculación. El aire puede ser calentado por gases de combustión en intercambiadores de calor, serpentines calentados por vapor o, en los modelos más pequeños, calentadores de resistencia eléctrica.

Por lo general, en los sistemas de compartimentos de flujo transversal, se utilizan velocidades de aire de 2 a 5 m/s. En los de flujo ascendente se utilizan 0,5 a 1,25 m/s. Se obtiene un secado más uniforme si se invierte, de vez en cuando, el sentido de circulación del aire. Los secadores de compartimentos son relativamente económicos en su construcción y mantenimiento, y presentan una gran flexibilidad en su uso.

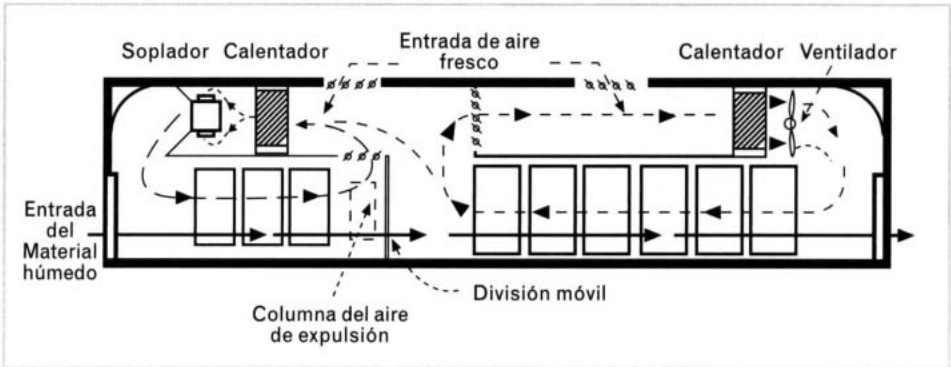
Figura 4.3.
Configuración típica de un secador discontinuo de bandejas



Secadores de túnel

Consisten en un túnel que puede medir hasta unos 20 m de longitud. El producto se coloca sobre bandejas dispuestas en carros que recorren un túnel, a través del cual circula un fluido calefactor, generalmente aire caliente a unos 2–8 m/s. La operación es continua; se puede realizar en forma completamente automática y con gran capacidad de producción. Típicamente, un secador de túnel comprende dos secciones: en la primera, el aire circula en el mismo sentido que el producto, y en la siguiente sección lo hace en contracorriente (Figura 4.4). De esta manera, el producto inicial y el final están expuestos al aire caliente y seco, obteniéndose un producto final con bajo contenido de agua y de calidad uniforme. Con una buena regulación se puede acelerar el secado, evitar daños térmicos y el crecimiento de microorganismos. El aire se mueve mediante ventiladores que lo hacen pasar a través de calentadores y luego fluye horizontalmente entre las bandejas, aunque también se produce cierto flujo a través de las mismas. Con este tipo de secadores es posible procesar una gran cantidad de material vegetal al día, aunque el monto de la inversión necesaria es mayor que en el caso de un secador de bandejas.

Figura 4.4
Esquema de un secador de túnel con salida en el centro



Secadores de cinta transportadora perforada

Son también túneles de secado, aunque en ellos el producto húmedo es conducido a través del sistema sobre una cinta transportadora que sustituye a los carros. El aire caliente puede circular paralelamente al producto, pero más frecuentemente lo hace en forma perpendicular a la banda perforada, atravesando la capa de producto. El secado resulta muy uniforme, más aún cuando el movimiento del producto es zigzagante. Los parámetros del aire circulante pueden regularse para obtener un secado inicial rápido y lograr un bajo contenido de agua final en el producto. Incluso, es posible definir zonas del equipo que trabajen a distintas temperaturas y con diferentes flujos de aire, según los requerimientos del material vegetal. Es fundamental que el producto esté bien subdividido para que permita un buen flujo de aire a través del lecho. Con un equipo típico se consiguen contenidos finales de humedad entre 10 y 15%.



Revisión de material deshidratado y producto deshidratado
para embalaje y transporte

Cambios físicos, químicos y bioquímicos durante la deshidratación

El proceso de deshidratado no sólo afecta el contenido de agua del producto; también altera otras propiedades físicas, biológicas y químicas, así como la textura, color, aroma y palatabilidad. Los tejidos vegetales sufren deterioro por efecto del estrés al que son sometidos durante el secado, por causa de la pérdida de agua y la temperatura, principalmente. Se desencadenan procesos degradativos asociados a la senescencia, lo que se expresa en la caída de las hojas, el cambio de color, la variación del contenido de los principios activos y la aparición de nuevos compuestos, deseados o indeseados. Los cambios que ocurren pueden ser favorables o desfavorables y su magnitud depende en gran medida del sistema empleado y de la naturaleza del producto.

Los sistemas de deshidratación lenta, como la desecación al sol, resultan adecuados cuando los cambios físicos y químicos que tienen lugar mejoran la calidad del producto. Para la mayoría de las plantas medicinales y aromáticas en las que se busca preservar en la mejor forma posible las características del producto fresco, conviene utilizar otros métodos de deshidratación, en que las condiciones del proceso pueden ser controladas. El éxito de la deshidratación, al igual que el de los sistemas de conservación, depende de la calidad de la materia prima y de la selección de los procesos adecuados⁴.

Textura

Habitualmente la textura de un producto vegetal se deteriora durante el deshidratado, por lo que dependerá principalmente de las condiciones del proceso utilizado. Así, la textura de los vegetales deshidratados al sol casi no recuerda al producto natural; en cambio, cuando se realiza una deshidratación por liofilización es razonablemente similar. Los mecanismos responsables de los cambios de textura son muy complejos e involucran tanto fenómenos físicos como químicos⁴.

Volumen

Cuando un producto se somete a deshidratación, su volumen se contrae conforme el agua sale de las células. Esta contracción es mucho más marcada cuando la deshidratación es lenta y se produce a pesar de la resistencia de los elementos estructurales de los tejidos. Por el contrario, si la deshidratación es rápida, se forma inmediatamente una capa seca y rígida en la superficie del producto, que fija el volumen final e influye sobre la textura⁶.

Color

El color, además de sus connotaciones hedónicas (aceptación), informa acerca de otras propiedades como grado de madurez o alteraciones en el producto. Durante el secado, pueden ocurrir cambios que modifican el color y aspecto del producto, como por ejemplo, variación en la concentración de los principales pigmentos vegetales, clorofilas, carotenoides y antocianinas, ya sea por su degradación, como consecuencia de reacciones oxidativas o enzimáticas, o por un incremento en su concentración efectiva, asociada por ejemplo a la pérdida de agua o pH, entre otros. La naturaleza química de los cambios que se producen en los pigmentos naturales es compleja y no está totalmente esclarecida, pero se cree que en ellas intervienen tanto reacciones enzimáticas como no enzimáticas⁶.



Flores de Centaurea deshidratadas

Clorofilas

El verde brillante de los vegetales frescos está asociado a este grupo de compuestos y puede ser afectado por el envejecimiento, pH, calor, formación de complejos con metales, oxidación, acción enzimática y procesos fermentativos. De esta manera, cuando se aplican temperaturas de secado excesivamente altas cambian su color verde brillante a verde oliva oscuro. Por ello las hojas deben secarse en períodos cortos de tiempo a una temperatura que no supere los 45°C, si se desea obtener un color verde similar al del estado fresco.

Antocianinas

Son responsables de la mayor parte de las coloraciones rojas, azules y púrpura de hojas, flores y frutos. Su color depende del pH (acidez) del medio, se decoloran rápidamente a pH altos y adquieren un color grisáceo por efecto de la temperatura de secado. Sin embargo, resisten bien los procesos térmicos cortos de alta temperatura (más de 60°C).

Carotenoides

Contribuyen al color de la mayor parte de los órganos vegetales amarillos, anaranjados y algunos rojos. En los tejidos vegetales son susceptibles de oxidación por la acción de la luz, altas temperaturas, presencia de oxígeno y por la acción de enzimas. Pierden su color amarillo-anaranjado si las enzimas

oxidativas no han sido convenientemente inactivadas por escaldado u otro tratamiento alternativo con antioxidantes. Este grupo de compuestos no sólo son importantes porque son responsables del color, sino también por sus propiedades medicinales, como el ser precursores de la vitamina A y su función antioxidante. Dada la elevada susceptibilidad a degradarse de estos pigmentos, se deben cuidar rigurosamente las condiciones en que se realiza el secado: ausencia de luz, temperatura entre 35 y 45°C y evitando la presencia de agentes oxidantes y un secado prolongado.

Aromas

En la deshidratación se produce una disminución considerable de compuestos aromáticos volátiles y como consecuencia de las reacciones químicas se forman otros compuestos, que otorgan al producto deshidratado el aroma característico. Cuando la pérdida de los compuestos volátiles no es deseada, se debe evitar la deshidratación y recuperar los aceites esenciales en el menor plazo posible, directamente desde el material verde. Mediante la aplicación de deshidratación por liofilización es posible conservar mejor el aroma original, pues las reacciones químicas quedan reducidas al mínimo⁶.

Compuestos o principios activos

La concentración de las sustancias responsables de la función farmacológica de una planta medicinal depende de las condiciones en que se realice el secado, siendo los aspectos más relevantes: temperatura, luz y ventilación. En general se ha observado que, a medida que se somete el producto a temperaturas más altas y/o cuando el proceso de secado es más prolongado, disminuye la concentración de los principios activos y, consecuentemente, la actividad medicinal. Así por ejemplo, la droga fresca de valeriana contiene isovaleriato (compuesto activo), el cual se descompone por acción enzimática durante la deshidratación, liberándose ácido isovaleriánico de olor característico, pero que carece de acción farmacéutica. Otro ejemplo es lo que ocurre con las raíces de *Echinacea pallida*, que deben ser lavadas y picadas, antes del deshidratado. El picado y deshidratado disminuyen en forma importante el contenido y la composición de cetoalquinas y cetoalquenos, debido aparentemente a una autooxidación, pero no influyen sobre el contenido de echinacósidos¹⁰.

Sin embargo, en otras especies ocurren cambios deseados, por ejemplo durante el secado del té. En una infusión de hojas secas hay una mayor concentración de cafeína libre que en el preparado con hojas frescas, debido a que durante este proceso ocurre una fermentación, que libera el alcaloide activo. Otro caso es el de la vainilla, que en estado fresco es inodora y luego del deshidratado se manifiesta el olor característico debido a la presencia de vanilina, que es liberada durante un proceso enzimático¹¹.

Algunos ejemplos que ilustran la importancia de las condiciones en que se realiza el deshidratado, sobre la calidad de las plantas medicinales, se presentan en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1.
Ejemplos de deshidratado de algunas plantas medicinales,
descripción del estudio y autores

ESPECIE	DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO
Plantas medicinales y aromáticas	Se comprueba que, mediante ciertos métodos artesanales de secado (por ejemplo, exposición directa al sol), no es posible alcanzar estándares de calidad adecuados ¹²
Plantas medicinales y aromáticas	Uso de la energía solar para calentar el aire que se utiliza en secadores de bandejas ¹³
Plantas aromáticas, en especial verbena	Estudio experimental de las cinéticas de secado ¹⁴
<i>Cymbopogon citratus</i>	Estudio de la influencia de la temperatura de secado en el rendimiento de la producción de aceite esencial ¹⁵
Menta piperita	Obtención de curvas de secado ¹⁶
Menta piperita	Estudio de la influencia de la temperatura de secado en el rendimiento de la producción de aceite esencial ¹⁷
<i>Echinacea purpurea</i>	Optimización de la temperatura de secado en función de la preservación de los principios activos ²
Matico	Temperatura de secado en función del color y preservación de flavonoides ¹⁸
Romero, hisopo y perejil	Desarrollo de tecnología de microondas para mejorar la calidad del deshidratado ¹⁹
Plantas medicinales	Uso de liofilización para el deshidratado de partes botánicas ²⁰

Algunas consideraciones para el manejo del producto deshidratado⁷

- Evitar que el producto se contamine luego del secado
- Comprobar que se alcanzó la humedad requerida para una buena conservación
- Inspeccionar el producto deshidratado y retirar el material decolorado, mohoso o dañado, así como la tierra, piedras y otros cuerpos extraños y contaminantes
- Seleccionar el material, descartando todo lo que no reúna las condiciones mínimas de calidad e higiene según tipo de producto y de acuerdo con las normas vigentes
- Al utilizar algún método de desinfección contra insectos, hongos, etc., sólo usar aquellos aprobados oficialmente para ese producto
- Controlar que las sustancias utilizadas en la desinfección no dejen residuos tóxicos para la salud humana
- Tomar medidas para proteger el material de la contaminación con animales, roedores, aves, ácaros o cualquier sustancia objetable
- Transportar el producto siguiendo las recomendaciones dadas para tal efecto

Respecto al deshidratado, las Buenas Prácticas Agrícolas y las Buenas Prácticas de Recolección Silvestre indican:

- El proceso de secado debe iniciarse a la brevedad
- Mantener edificios limpios y bien aireados, con protección contra animales
- Usar equipamiento limpio y bien mantenido
- En caso de deshidratado natural al aire libre, distribuir el material en una capa delgada, asegurar la circulación de aire e intentar realizar un deshidratado uniforme
- Los gases de combustión no pueden ser utilizados para deshidratado directo
- Seleccionar las condiciones de secado según tipo de material vegetal y contenido de principios activos; monitorear la temperatura y documentarla
- Evitar deshidratar colocando el material sobre el suelo o en exposición directa a la luz solar, a menos que se requiera para una planta en particular
- Durante el secado eliminar las partes enfermas, decoloridas y los elementos extraños
- Seleccionar el material vegetal, por ejemplo con tamices limpios
- Marcar contenedores para basura, vaciarlos y limpiarlos diariamente
- Envasar el producto prontamente y en un lugar aireado, seco y limpio
- Certificar el proceso

En productos provenientes de recolección silvestre, además se indica:

- Mezclar cargas provenientes de diferentes áreas sólo si los materiales son similares desde todo punto de vista (botánico y químico)
- Documentar los procedimientos de mezcla
- Disponer de una persona que controle el procesamiento y que se responsabilice de él
- Certificar los datos acerca de las condiciones de proceso

Ver indicaciones detalladas en los Anexos 3 y 4.

DEFINICIONES

Actividad de agua:

Es la relación entre la presión de vapor del agua del sólido y la del agua pura, a la misma temperatura. Indica la cantidad de agua disponible en el sólido (planta medicinal), que puede ser usada por los microorganismos para desarrollarse y multiplicarse.

Calor latente de vaporización:

Calor absorbido en el cambio de fase o estado líquido a vapor.

Capa límite:

Delgada capa de fluido inmediata a la superficie del sólido, en que la transferencia de calor ocurre por conducción.

Evaporación:

Cambio de estado desde líquido a vapor, que tiene lugar de forma gradual, sólo en la superficie del líquido y a temperatura inferior a la de ebullición.

Humedad:

Cantidad de agua contenida en un sistema físico (aire, gas, líquido o sólido) en un lugar e instante determinado.

Humedad absoluta:

Se expresa como kg de vapor de agua por kg de aire seco. Se puede determinar mediante las presiones parciales de los componentes de la mezcla gaseosa.

Humedad atmosférica:

Puede expresarse en valor absoluto (humedad absoluta), indicando la masa (kg) de vapor de agua contenida en un litro de aire. Es más significativo su valor relativo, ya que la cantidad máxima posible de vapor de agua presente en el aire (saturación) es variable y depende de la temperatura.

Humedad relativa:

Es la razón entre la presión parcial de vapor de agua y la presión de vapor del agua pura, a la misma temperatura.

Presión parcial de un gas en una mezcla:

Es la presión que ejercería el gas si estuviese solo en el volumen que ocupa la mezcla a una temperatura dada. La suma de las presiones parciales de los gases que conforman la mezcla es igual a la presión total de la mezcla.

Temperatura:

Se expresa mediante las escalas de Celsius, Fahrenheit, Reámur y Kelvin, siendo la más utilizada la Celsius, que fija sus puntos de referencia en la temperatura de congelación (0°C) y ebullición (100°C) del agua pura a nivel del mar. La escala de Kelvin o absoluta se emplea en física; en ella el 0°K (cero absoluto) corresponde a -273°C.

Temperatura de bulbo húmedo:

Temperatura del fluido (aire) en estado de saturación con vapor de agua.

Temperatura de bulbo seco:

Temperatura del fluido (aire) independiente del contenido de humedad del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Treybal, R. E. 1980. Operaciones de transferencia de masa. 2ª ed. McGraw-Hill. México.
- ² Hevia, F., M. Berti, P. Melin, S. Fischer y C. Pinochet. 2002. Effect of drying temperature and air speed in chicoric acid and alkylamides content in *Echinacea purpurea*. Acta Horticulturae 576:321-325.
- ³ Brennan, J. G., Butters, J. R., Cowell, N. D. y Lilley, A. E. V. 1980. Deshidratación. En: Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España, 319-366.
- ⁴ Fennema, O. 1993. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Editorial Acribia S. A. Zaragoza. España, cap. 15.
- ⁵ Barbosa-Cánovas, G. V. y H. Vega-Mercado. 1996. Dehydration of foods. Chapman & Hall. Estados Unidos.
- ⁶ Cheftel, J. C. y H. Cheftel. 1999. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Editorial Acribia S. A. Zaragoza. España, vol. I y II.
- ⁷ <http://www.herbotecnia.com.ar> (consultado 28 nov 2002).
- ⁸ Laughlin, J. C. 2002. Post-harvest drying treatment effects on antimalarial constituents of *Artemisia annua* L. Acta Horticulturae 576:315-320.

- ⁹ Perry, R. H., Green, D. W. y J. O. Maloney, eds. 2001. Manual del ingeniero químico. 4ª ed. McGraw-Hill. España.
- ¹⁰ Bauer, R. y H. Wagner. 1990. Handbuch für Ärzte, Apotheker und andere Naturwissenschaftler. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, Alemania. p. 49.
- ¹¹ http://www.aun.eun.eg/distance/pharmacy/producti/prod_de.htm (consultado 28 nov 2002).
- ¹² Öztekin, S., Baçetincelik, A. y Y. Soysal. 1998. Crop drying programme in Turkey. Renewable Energy, 16(1-4): 789-794.
- ¹³ Müller, J., Conrad, T., Tesic, M. y J. Sabo. 1993. Drying of medicinal plants in a plastic-house type solar dryer. International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants. Tiberias. Israel.
- ¹⁴ Belghit, A., Kouhila, M. y B. C. Boutaleb. 2000. Experimental study of drying kinetics by forced convection of aromatic plants. Energy Conversion and Management 41(12): 1303-1321.
- ¹⁵ Buggle, V., Ming, L. C., Furtado, E. L., Rocha, S. F. R. y Marques M. O. M. 1999. Influence of different drying temperatures on the amount of essential oils and citral content in *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. II WOCMAP Congress of Medicinal and Aromatic Plants. Mendoza. Argentina.
- ¹⁶ Jin Park, K., Vohnikova, Z. y F. P. Reis Brod. 2002. Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispa* L.). Journal of Food Engineering 51(3): 193-199.
- ¹⁷ Blanco, M. C. S. G., Ming, L. C., Marques, M. O. M. y O. A. Bovi. 2002. Drying temperature effects in peppermint essential oil content and composition. I Latin-American Symposium on the Production of Medicinal, Aromatic and Condiments Plants.
- ¹⁸ Hevia, F., P. Melín, M. Berti, R. Wilckens y M. Leiva. 2001. Efecto de la temperatura en el deshidratado de matico (*Buddleja globosa*). IV Congreso Internacional de Plantas Medicinales. Talca, Chile.
- ¹⁹ Koller, W. D., Kerner, Th., Raghavan, B. y P. Range. 1998. Quality of microwave dried medicinal plants and herbs. State Institution for Plant Production Forchheim. Rheinstetten. Alemania.

- ²⁰ Mahanom, H., Azizah, A. H. y M. H. Dzulkifly. 1999. Effect of different drying methods on concentrations of several phytochemicals in herbal preparations of 8 medicinal plant leaves. *Mal. J. Nutr.* 5: 47-54.
- ²¹ Cáceres, A. 2000. Preparación de fitofármacos: Evaluación técnico-científica de plantas medicinales. En: Primer Congreso Peruano de Plantas Medicinales y Fitoterapia. Lima. Perú.

Producción de aceites esenciales y calidad

Ligia Morend

Las esencias pueden ser naturales o sintéticas (artificiales) y se denomina aceite esencial a la esencia de origen natural. Los aceites esenciales provienen en su mayoría de especies vegetales, que les confieren su aroma característico, y son muy volátiles (se evaporan con facilidad). Cada aceite esencial constituye un producto único, muy concentrado y de compleja composición química. Por ser altamente aromáticos, se utilizan como componentes tradicionales en perfumes, fragancias y aromatizantes. Un aceite esencial puede tener más de un centenar de componentes, principalmente: ácidos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, fenoles, sesquiterpenos y terpenos.

Las características antisépticas y antioxidantes de los compuestos que forman parte de la esencia tienen un efecto de protección en la planta, tanto frente a los fitopatógenos como frente a las condiciones ambientales. Algunas esencias actúan atrayendo insectos polinizadores y otras repelen posibles plagas. Poseen un gran poder curativo, pudiendo producir un efecto antiséptico, bactericida, fungicida, antiinflamatorio, antiespasmódico, digestivo, sedante o estimulante, en función de su composición química.

Las plantas sintetizan y almacenan los aceites esenciales en diversos órganos y presentan estructuras secretoras especializadas que vierten la esencia al exterior. Se encuentran en: flores, hojas, brotes, tallos, madera, frutos, semillas, corteza, resinas, raíces y rizomas.

La calidad de un aceite esencial se define por su composición química, sus propiedades físico-químicas, sus características aromáticas olfativas y su pureza.

Calidad y utilización de los aceites esenciales

Las diferentes industrias que demandan los aceites esenciales tienen diversas exigencias de calidad, según los productos que elaboran.

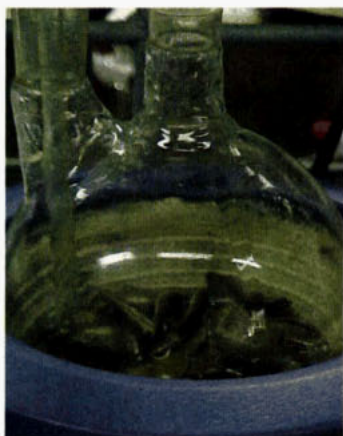
UTILIZACION DE ACEITES ESENCIALES

- **Perfumería :**
perfumes, colonias y aguas de toilet
- **Productos cosméticos y de higiene corporal:**
cremas faciales y corporales, desodorantes, jabones, shampoos, bálsamos, tónicos capilares
- **Aromas industriales:**
productos de aseo industrial y doméstico, repelentes de insectos, desinfectantes, gomas y papeles aromatizados, pinturas, tabacos, productos textiles aromatizados
- **Aromas ambientales:**
aromatizadores, desodorantes ambientales, velas aromáticas
- **Aromatizante de alimentos:**
confitería, repostería, bebidas, helados, bebidas alcohólicas, dulces, chocolates, chicles, cecinas, salsas, sopas, quesos, aceites y alimentos para animales
- **Usos farmacéuticos y medicinales:**
germicidas, inhalantes, preparaciones medicinales, tónicos, preparaciones dentales, analgésicos, cremas y pomadas antisépticas, productos veterinarios
- **Aromaterapias:**
aceites esenciales solos o mezclados para aromaterapias

Existe una relación directa entre la calidad y los precios alcanzados por los aceites esenciales, y los tipos de productos en los cuales serán utilizados. Por ejemplo, los absolutos de rosa y de jazmín son productos aromáticos de alta calidad, muy concentrados y se utilizan para la elaboración de perfumes o de cosméticos finos. Su alto precio se debe al bajo rendimiento del aceite esencial en las especies y al costo de extracción. Las esencias producidas en mayores volúmenes, extraídas por destilación con vapor de agua, pueden formar parte de colonias, jabones, aguas de toilet y productos de menor costo.

Los aceites esenciales identificados por una zona de origen y que han sido tradicionalmente usados y reconocidos por su calidad, alcanzan precios superiores a sus similares, por ejemplo: el "Bourbon Geranio oil" que se cultiva en las Islas Reunión, "Dalmatian sage oil", "Bulgarian rose oil", "English Lavender oil" o "Bourbon Vetiver oil".

El mercado de los aceites esenciales es muy dinámico por la naturaleza de los productos: existe gran diversidad de fuentes de producción, son sensibles a las variables condiciones climáticas de cada año, además de estar influenciados por el fenómeno de la moda. Cabe destacar la fuerte competencia que enfrentan estos aceites con las sustancias aromáticas sintéticas, tanto en la industria de los aromas como en los sabores.



Destilación de aceite esencial de hoja de Boldo

Desde el punto de vista cualitativo, los aceites esenciales requieren:

- Calidad aromática, para ser utilizados en perfumería
- Calidad de consumo, para ser utilizados en productos para la salud y la alimentación
- Calidad para usos industriales.

Los productos cosméticos, aromatizantes de alimentos, farmacéuticos, medicinales y para aromaterapias, requieren de esencias de alta calidad y sin compuestos contaminantes, de modo que no tengan efectos adversos en la salud. Los aromas para uso industrial y ambiental tienen menores exigencias en su pureza y se utilizan mezclados con productos sintéticos. Existen numerosos compuestos derivados o aislados de aceites esenciales de menor costo que son modificados a través de síntesis química para obtener otros aromas o sabores químicos.

La industria de la perfumería está fuertemente influenciada por la moda y es liderada por al menos quince compañías internacionales. Se desarrollan perfumes exclusivos en cuya elaboración participan destacados perfumistas y cuyo lanzamiento al mercado internacional puede costar varios millones de dólares. La tendencia es buscar nuevas fuentes vegetales de aromas para nuevas creaciones.

Factores productivos que afectan la calidad de los aceites esenciales

Entre los factores externos que pueden afectar la calidad de los aceites esenciales se incluyen el clima y el suelo, las plagas, enfermedades y malezas, y las condiciones técnicas del cultivo, cosecha o postcosecha. Como factores internos, pueden influir en la composición y calidad del aceite esencial las variedades o selecciones, la etapa de desarrollo de la planta (vegetativa, reproductiva), la edad de la planta y la parte del vegetal que se utilice (raíz, hojas, cortezas, flores u otras). Es muy probable que los aceites extraídos de dos plantas de la misma especie, que han crecido en diferentes lugares o a distintas alturas, tengan distintas proporciones de sus principales componentes. Incluso las plantas que crecen en un mismo lugar pueden experimentar cambios de una temporada a otra. Estos cambios se deben a las variaciones del suelo o de las condiciones climáticas, e inciden en las proporciones de los diversos compuestos presentes en el extracto.

Las condiciones locales de zonas tradicionalmente productoras originan cierto tipo de esencias identificadas por el lugar de donde provienen (por ejemplo: geranio de Bourbon, geranio de Egipto, geranio de Marruecos), variando sus composiciones, calidades y precios.

Las condiciones técnicas de cultivo de las especies productoras de esencias son las mismas requeridas para el cultivo de las plantas medicinales. Las diferencias están en:

- **Material de propagación**

Se usan selecciones, variedades o quimiotipos específicos para extracción de esencias; de lo contrario se obtendrá un tipo de esencia que puede ser muy variable en contenido y composición. La multiplicación debe ser vegetativa cuando el cultivo lo permite.

- **Fertilización y riego**

El productor, al planificar sus cultivos, debe considerar que en algunas especies la fertilización y el riego pueden ejercer algún efecto sobre la producción de aceites esenciales.

- **Cosecha**

Se debe efectuar en la época y el momento preciso, cuando los contenidos de esencias son mayores y/o tienen la composición requerida. Incluso puede ser necesario cosechar en determinadas horas del día, dependiendo de la luminosidad, las temperaturas y la humedad ambiental.

- **Postcosecha**

El principal deterioro de las esencias se produce en el período que va desde la cosecha hasta que se inicia la destilación. El proceso debe ser muy bien manejado para no tener pérdidas (o para reducirlas al mínimo) ni alteraciones en su composición. Es preciso considerar las siguientes recomendaciones:

- no exponer la materia prima a sol directo o altas temperaturas
- no maltratar la hierba ni aplastarla demasiado

- llevar rápidamente el material a la planta destiladora; el almacenaje durante muchas horas antes de la extracción puede causar importantes pérdidas de esencia
- o bien, llevar rápidamente a secado si la extracción se hará sobre hierba seca.

Métodos de obtención de las esencias y su relación con la calidad

Desde el punto de vista químico, un aceite esencial es una mezcla líquida de compuestos aromáticos, que tienen la propiedad de volatilizarse a temperatura y presión ambiental. Es obtenido a través de procesos físicos, mediante destilación o a través de prensado en frío. Otros métodos de extracción de sustancias aromáticas utilizan solventes volátiles (éter, hexano, alcoholes y otros) y permiten obtener una serie de productos denominados concretos, absolutos, oleorresinas y resinoides. No son aceites esenciales puros, ya que contienen componentes adicionales. Un extracto no debe contener cantidades significativas de solvente.

Considerando la calidad, los absolutos son inadecuados para fines terapéuticos dada la pequeña cantidad de residuo tóxico que invariablemente contienen. La extracción por solventes con frecuencia se utiliza para extraer los principios aromáticos de plantas con bajo rendimiento de esencia, como el nerolí y la rosa. Por lo general es el método que prefiere la industria de la perfumería, porque proporciona buena calidad de esencias florales.

El método de extracción supercrítica (con CO_2), de más reciente aplicación, también está siendo utilizado para la obtención de extractos aromáticos con muy buenas características físico-químicas y sin residuos de solventes químicos. Estos procesos requieren de alta tecnología y tienen un alto costo de producción.

El prensado en frío es un proceso que se utiliza para extraer aceites esenciales de la cáscara de las frutas cítricas. La parte exterior de la cáscara se tritura por medios mecánicos y se exprime la esencia. Se obtienen aceites puros de naranja, bergamota, mandarina, toronja, limón y lima, y su calidad depende solamente de la calidad de la materia prima.

El método de extracción de sustancias aromáticas tiene directa relación con el rendimiento del aceite esencial o producto aromático, su composición química y la calidad obtenida. Resulta fundamental que los solventes empleados

para la extracción de sustancias aromáticas sean inocuos para la salud humana, si el producto va destinado a formulaciones farmacéuticas, alimentos o aromaterapias.

Los aceites esenciales destilados u obtenidos por prensado no presentan residuos, lo que los hace muy apropiados para la producción de aceites esenciales orgánicos.

Destilación de aceites esenciales

El rendimiento del aceite esencial depende de la eficiencia del equipo y del contenido de esencia en la planta. Los aceites esenciales generalmente están constituidos por compuestos aromáticos que ya existen en la planta, aunque ocasionalmente algunos compuestos se forman durante el proceso de extracción al estar en contacto con el agua, que afecta su composición.

Los aceites esenciales no siempre conservan todas las propiedades curativas de la planta de la que proceden. Ello se debe a que algunos principios activos de la planta desaparecen durante la destilación, alterando la calidad medicinal original.

Para optimizar el proceso de destilación y asegurar una alta calidad del aceite esencial se deben considerar los siguientes aspectos:

- **Área de acopio del material accesible al equipo:**

Esta área debe proporcionar sombra, limpieza y ventilación para evitar contaminación de la hierba, fermentaciones o pardeamientos mientras está almacenada. El material puede estar fresco, semideshidratado o seco, según la especie. El área de almacenaje de los aceites debe estar a la sombra y ser fresco y limpio. Se debe mantener la eficiencia del sistema dando continuidad al proceso para no dejar mucho tiempo el material en el galpón de acopio.

- **Método de destilación:**

La destilación puede realizarse con agua (material vegetal inmerso en agua hirviendo), con vapor o con agua-vapor (la hierba está separada por una rejilla, del agua hirviendo). El método más eficiente, con mayor rendimiento de aceite esencial y menor alteración de los compuestos, es el que emplea vapor de agua¹.

- **Control de temperatura y presión:**

La temperatura y la presión de trabajo dependen de las características físicas y químicas de la especie vegetal. En el método común, el vapor de agua alcanza 100°C a presión atmosférica, pero los equipos más modernos de destilación con vapor permiten modificar la presión (alta o baja presión de vapor) y emplear temperaturas inferiores logrando un proceso más rápido, con una menor alteración del aceite esencial y una mejor calidad¹.

- **Tiempos de destilación:**

El proceso mediante arrastre con vapor de agua puede durar una a dos horas según la especie y la eficiencia del equipo. En general, tiempos muy prolongados pueden alterar la calidad del aceite esencial. El proceso completo normalmente dura alrededor de 4 horas si se incluye el tiempo de carga de la hierba, calentamiento del agua, generación de vapor, enfriamiento del material residual y su descarga.

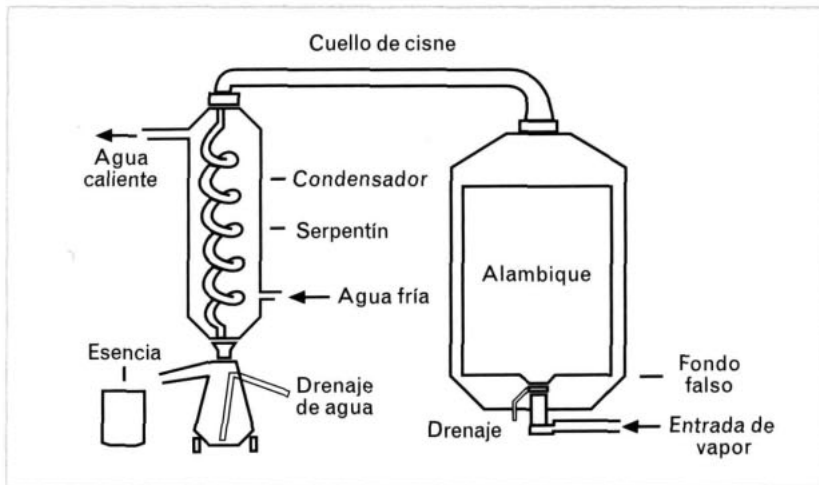
- **Procesos posteriores a la destilación:**

Para purificar, eliminar compuestos indeseables o fraccionar los aceites esenciales, se aplican procesos como una segunda destilación (redestilación) o una rectificación, que puede ser realizada al vacío o a presión atmosférica.

Con buenos equipos se obtienen mejores rendimientos y calidades de aceite esencial, mientras que con equipos rústicos se desaprovecha mucha energía y hay pérdida de esencia. Para la confección del equipo se deben emplear materiales inertes que no reaccionan químicamente con la esencia. Todos los elementos del destilador están sujetos a una rigurosa proporción entre sí.

El vapor se produce en un recipiente con agua hirviendo o una caldera (Figura 5.1), y luego se inyecta en la base de un alambique (retorta) donde está depositado el material vegetal. El vapor atraviesa los tejidos arrastrando el aceite esencial hasta un conducto superior (cuello de cisne) que lleva la mezcla de vapor/aceite esencial volatilizado al condensador. Finalmente, el baño de agua fría del condensador disminuye la temperatura, produciendo la condensación de la mezcla volátil y el condensado se conduce a un vaso separador o decantador, donde se separa el aceite esencial del agua.

Figura 5.1.
Esquema de un equipo de destilación con arrastre de vapor



Almacenamiento del aceite esencial

Los aceites esenciales se almacenan comercialmente en bidones, en lo posible llenos para evitar el contacto y la reacción con oxígeno. Pueden usarse envases más pequeños en las unidades experimentales (frascos ámbar o botella de vidrio oscuro). Las condiciones del recinto deben proporcionar protección frente a la luz solar (sombra), ventilación y baja humedad ambiental. La temperatura puede afectar la conservación de algunos aceites esenciales, algunos pueden precipitar, volverse espesos o incluso llegar a solidificar si la temperatura es muy baja.

Determinación de contenidos, composición y calidad

Una vez extraída la esencia se determina el rendimiento del proceso (%), se analiza la composición química y se miden los siguientes parámetros físicos: densidad, solubilidad en alcohol, punto de fusión y de ebullición, punto de congelación, poder rotatorio e índice de refracción. En general, la cantidad de esencia contenida en la planta puede variar de 0,01% a 10% del peso fresco o seco, dependiendo de la especie.

Cuadro 5.1
Especies y localización de la esencia

ESPECIE	LOCALIZACIÓN DE LA ESENCIA	% DE ACEITE ESENCIAL
Orégano	Hojas	1,8 – 4
Albahaca	Hojas	0,08 – 0,2
Menta piperita	Hojas	0,5 – 1
Melisa	Hojas	0,01 – 0,5
Salvia	Hojas	1 – 2,5
Rosa	Pétalos	0,01
Clavo de olor	Capullos secos	16 – 20
Enebro	Bayas y brotes	0,5 – 2,5
Limonero	Frutos (cáscaras)	3 – 4
Hinojo	Frutos (semilla)	4 – 5
Alcaravea	Frutos (semilla)	3 – 6
Anís	Frutos (semilla)	1,5 – 6
Cedro	Madera	0,97 – 1,41
Sándalo	Madera	4 – 6,5
Vetiver	Raíz	0,02 – 1,5
Jengibre	Rizoma	0,2 – 1,2
Lavanda	Flores	0,8 – 1,5
Manzanilla camomila	Flores	0,4 – 1,2

Para el análisis químico de los aceites esenciales se utiliza la cromatografía gaseosa y el espectrómetro de masas. Otros análisis para determinar la calidad son el olfativo y el organoléptico. También existen análisis para detectar adulteraciones.

Los aceites esenciales deben estar correctamente envasados y rotulados, no deben ser adulterados ni contener elementos tóxicos contaminantes. La pureza del aceite de los aceites esenciales es fundamental en la calidad.

Los expertos que realizan las pruebas olfativas y organolépticas, son quienes finalmente deciden si una esencia es aceptada para elaborar sus productos. En la perfumería moderna, el índice de evaporación de los aceites aromáticos es un factor decisivo en la formulación de perfumes.

Si un aceite esencial será utilizado para la salud, se aplican normas muy estrictas que están descritas en las farmacopeas. Existen normas internacionales que estandarizan numerosos aceites esenciales, su composición, sus características físico-químicas y los métodos de análisis (Normas ISO para acei-

tes esenciales). Además de estas normas, se deben considerar las exigencias específicas del comprador.

DEFINICIONES

Los concretos, absolutos, oleorresinas y resinoides son productos obtenidos mediante solventes volátiles.

Las oleorresinas pueden ser naturales (exudaciones de cortezas o troncos) o productos preparados obtenidos del material vegetal mediante solventes que pueden extraer aceites esenciales y materias resinosas. El residuo obtenido al evaporar el solvente es la oleorresina y también puede contener aceites no volátiles. Con frecuencia se utilizan en la preparación de alimentos.

Los resinoides pueden ser naturales (derivados de la oxidación de terpenos) o productos preparados a partir de oleorresinas a las cuales se les ha removido el aceite esencial.

Los concretos y absolutos son materiales preparados y empleados de preferencia en perfumería. Los concretos son extraídos de material vegetal no resinoso o bajo en resinas, mediante un solvente volátil (por ejemplo, éter), obteniendo una masa semisólida.

La fracción soluble en alcohol (20 a 80% del concreto, según la especie), da origen al absoluto. El alcohol se volatiliza y se obtiene un aceite esencial líquido (excepcionalmente sólido o semisólido) altamente concentrado y muy puro, denominado absoluto.

Concretos y absolutos a menudo contienen residuos de solventes del proceso de extracción.

BIBLIOGRAFÍA

¹ García, H. 1953. Esencias naturales. Madrid, Aguilar. 406 p.

Otras

C.C.I. 1986. Estudio de mercado. Aceites esenciales y oleorresinas. Centro de Comercio Internacional. Ginebra, C.C.I. 222 p.

Crespo, M. 1986. Plantas aromáticas perfumíferas. Buenos Aires, Albatros. 228 p.

Devereux, C. 1994. Kit de la aromaterapia. Ediciones Martínez Roca, Barcelona. 112 p.

Groom, N. 1997. The new perfume handbook. Blackie Academic & Professional, Londres.

Lawless, J. 1992. The encyclopaedia of essential oils. Barnes & Noble Books, New York. 226p.

Mojay, G. 1999. Aromaterapia para sanar el espíritu. Diana, México. 190 p.

Fabricación y control de calidad de fitofármacos

Ximena Polanco

Las plantas medicinales se utilizan desde tiempos remotos como el recurso más importante para solucionar o mitigar los problemas de salud de las personas. Hoy día, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo, las plantas medicinales se usan como remedios caseros y como materia prima para la industria farmacéutica en la elaboración de productos de libre venta (OTC) y otros, representando un porcentaje importante del mercado global de drogas.



Cuantificación de alcaloides en hojas de Boldo

La Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de la Resolución WHA 31.33 (1978), reconoce la importancia de las plantas medicinales y recomienda que se establezcan "criterios científicos y métodos modernos para:

- asegurar la calidad y la eficacia de las preparaciones obtenidas con plantas medicinales en el tratamiento de condiciones y enfermedades específicas
- usar patrones internacionales y especificaciones de identidad, pureza, potencia y buenas prácticas de fabricación
- desarrollar métodos para el uso seguro y eficaz de los productos fitoterapéuticos por diferentes profesionales del área de la salud, y
- establecer centros de investigación y capacitación para el estudio de plantas medicinales".

Actualmente, en los países industrializados las plantas medicinales representan casi el 25% del total de las prescripciones médicas; en los países en desarrollo su uso equivale al 80% del arsenal terapéutico¹.

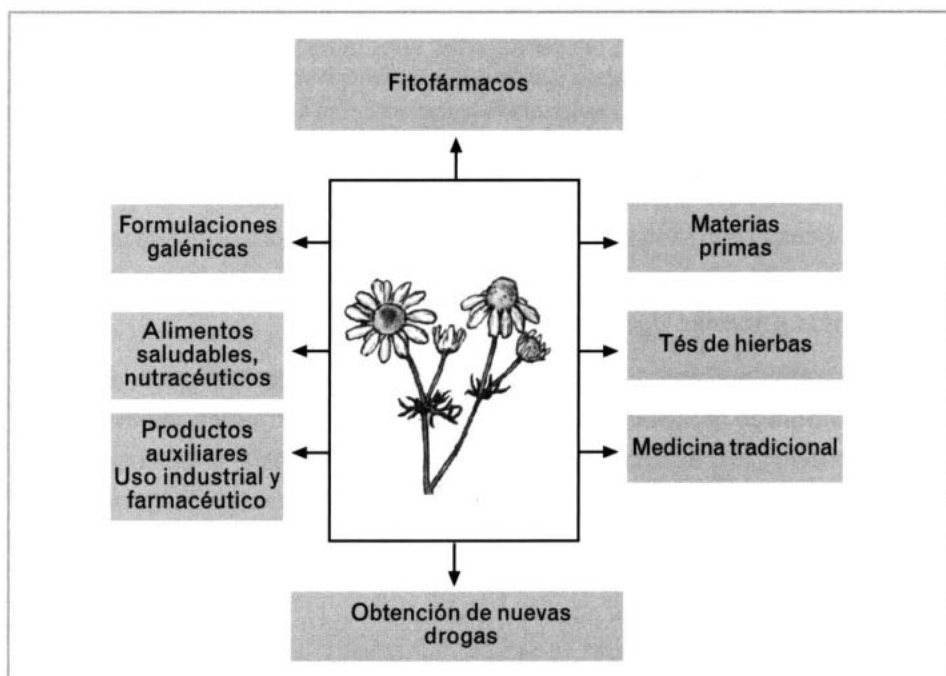
Para la industria farmacéutica las plantas medicinales son muy interesantes, pues representan:

- fuente de nuevas moléculas, farmacológicamente activas (la síntesis no funciona sin modelos)
- obtención de productos farmacéuticos con efectos secundarios menores
- satisfacción de los nuevos hábitos del consumidor, que desde mediados de la década de los 80 está prefiriendo los productos naturales en detrimento de los productos sintéticos, en todos los segmentos del mercado: sector salud, alimentación, cosmética, vestuario e higiene.

La utilización de las plantas medicinales en gran escala, los avances de la tecnología y las técnicas modernas de análisis, han transformado su estudio, desarrollo y producción, en un verdadero desafío para la agroindustria, para los centros de investigación (universidades, centros privados) y para la industria farmacéutica en la obtención productos de calidad uniforme, eficaces y seguros.

El enfoque para definir la calidad de las plantas medicinales y aromáticas varía de acuerdo al uso y destino, como lo explica el esquema de la Figura 6.1.

Figura 6.1
Estructura de Calidad



Fitofármacos - Medicamentos fitoterápicos - Medicamentos herbarios

Estos tres términos tienen el mismo significado; en el desarrollo del tema, se usará el término "fitofármaco".

¿Qué es un fitofármaco?

La OMS define como fitofármaco al producto obtenido por procesos tecnológicamente adecuados, empleando exclusivamente materias primas vegetales, con finalidad profiláctica, curativa, paliativa o para fines de diagnóstico. Se caracteriza por el conocimiento de la eficacia y de los riesgos de su uso, así como por la reproducibilidad y la constancia de su calidad.

No se consideran fitofármacos aquellos productos que en su composición incluyen sustancias activas aisladas, de cualquier origen, ni la asociación de éstas con cualquier extracto vegetal.

En nuestro país, el Ministerio de Salud a través del Decreto Supremo 1876/1995, artículo 26, letra h, define: "Los fitofármacos o medicamentos herbarios son productos terminados y etiquetados, cuyos principios activos son exclusivamente drogas vegetales o preparaciones vegetales".

¿Dónde se fabrica un fitofármaco?

En Chile, la fabricación de fitofármacos debe ser realizada en laboratorios o plantas físicas autorizadas por Resolución del Instituto de Salud Pública.

Reglamentos y normas vigentes

Los organismos que regulan las funciones relativas al control de medicamentos han elaborado procedimientos que permiten lograr medicamentos de calidad adecuada para el consumo humano. En nuestro país, le corresponde al Ministerio de Salud, a través del Instituto de Salud Pública (ISP), garantizar la calidad de los medicamentos, mediante el registro sanitario y las auditorías de inspección para verificar el cumplimiento de los procedimientos establecidos por organismos internacionales y locales. Estos procedimientos se refieren, fundamentalmente, a las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL)³.

Los fitofármacos deben cumplir con estas exigencias. Además, la política de control de calidad de los mismos se establece de acuerdo a monografías oficiales de la planta, que pueden ser:

- monografías estándares (normativas), por ejemplo: Farmacopeas USP, B.H.P., DAB
- monografías terapéuticas, por ejemplo: ESCOP, COMMISSION E, BHC
- monografías mixtas, por ejemplo: OMS, AHP, CHINESE DRUG MONOGRAPHS AND ANALYSIS⁴.

Las BPM y las BPL, tal como su nombre lo indica, son las prácticas que se deben aplicar tanto a los procesos productivos como de control de calidad en la elaboración de un producto farmacéutico, en este caso fitofármacos, y deben estar formalizadas en procedimientos escritos, que constituyen los Procedimientos de Operación Estándar (POS).

Objetivo del control de calidad de fitofármacos

El objetivo del control de calidad está dirigido a la obtención de medicamentos de:

- Calidad uniforme (características similares lote a lote)
- Eficacia comprobada (que produzca el efecto esperado) y
- Seguridad (ausencia de toxicidad y efectos secundarios importantes).

Concepto de control de calidad integral

Se entiende por control de calidad integral, el conjunto de procedimientos que se deben considerar en la fabricación de fitofármacos, el que incluye desde la recepción de la materia prima y material de envase, hasta la obtención del producto final, siguiendo el flujo de fabricación de acuerdo a lo establecido por las Buenas Prácticas de Manufactura y las Buenas Prácticas de Laboratorio.

Desarrollo – investigación – formulación – calidad de diseño

Para desarrollar un producto que se va a lanzar al mercado, es necesaria una etapa de desarrollo e investigación previa, que permitirá asegurar los siguientes parámetros:

- Formulación adecuada del producto (objetivo del mismo), dosificación del producto, estudio de estabilidad, es decir, todo lo necesario para obtener un diseño de calidad aceptable
- Selección de los materiales a utilizar (materia prima, envases)
- Desarrollo de los procedimientos de fabricación y control (POS)
- Desarrollo de los Procedimientos de Higiene y sanitización de equipos y recintos (POS)
- Dotación de las instalaciones y equipos de trabajo adecuados
- Definición del personal necesario (selección, capacitación y desarrollo)
- Otros.

Selección y desarrollo de proveedores

Teniendo en cuenta que las plantas medicinales son seres vivos y que son sus metabolitos secundarios los responsables de su actividad farmacológica, se comprenderá lo complejo que resulta obtener productos de calidad reproducible, cuando la materia prima es tan variable. De ahí la gran importancia que tiene el desarrollar el “proveedor”, ya sea recolector y/o cultivador.

Es fundamental contar con proveedores confiables, capaces de entregar materia prima de calidad, idealmente certificada, en cantidad adecuada y con regularidad. Los compradores deben «desarrollar» a su proveedor, entregando especificaciones claras referentes al material vegetal crudo y/o los extractos requeridos.

Ventajas de contar con proveedores calificados

- Identificación botánica, de acuerdo a especificaciones oficiales (monografías)
- Control de origen, época de cosecha, secado y almacenamiento
- Obtención de material vegetal de calidad uniforme y requerido
- Aseguramiento de producción uniforme en todos los lotes
- Garantía de dosis eficaces de principios activos
- Estabilidad del producto por un período definido
- Otros

Desventajas de no contar con proveedores calificados

Los problemas más frecuentes que pueden ocurrir y que deben ser detectados en la recepción de la materia prima son:

- Droga no corresponde a la descrita en Farmacopea (adulteraciones)
- Cantidad de sustancias extrañas superior a la permitida
- Contaminación microbiológica elevada
- Tenor de componentes activos inferior al mínimo permitido
- Tenor de pesticidas residuales y/o metales pesados superior al permitido
- Otros

Documentación que debe acompañar al material botánico:

- Nomenclatura botánica oficial (género, especie, autor, variedad, etc.)
- Origen de la planta (local, de recolección, cultivo, época, tipo de cosecha, posible uso de pesticidas)
- Parte de la planta utilizada
- Estado de la droga: fresca, seca
- Descripción de las diversas etapas operacionales: Secado (tipo, temperatura); Molienda (tamiz usado)
- Identificación macro y microscópica
- Pruebas químicas de identificación
- Evaluación química (dosificación, cuando sea el caso)
- Métodos utilizados para determinar presencia de adulterantes (otras hierbas, materiales extraños)
- Pruebas de contaminación microbiológica, aflatoxinas, radioactividad (relatar procedimiento para disminuir carga bacteriana, pruebas y límites para residuos)
- Eliminación o remoción de sustancias extrañas
- Uso de descontaminantes microbiológicos (óxido de etileno, radiación delta, aplicación de calor y/o frío, etc.)
- Transporte y material de embalaje/envase (cuidados especiales)

Consideraciones útiles en el manejo de drogas vegetales

- Adquisición de cantidad adecuada al consumo
- Compra de drogas vegetales: solicitar siempre por el nombre científico; si es posible, comprar droga entera, comprar material con descripciones existentes, certificado por el proveedor
- Precaución en la compra de droga molida para cápsulas
- Verificación de calidad: humedad no superior al 8-12% del material vegetal, en caso de droga seca, ausencia de suciedades, partes exóticas, color, forma, dimensión, sabor⁵

Control de calidad

El control de calidad en la producción de un fitofármaco se debe aplicar en las siguientes etapas:

- Recepción de materias primas y envases
- Procesos de manufactura
- Producto intermedio
- Producto terminado
- Almacenamiento y distribución.

Recepción de materias primas y envases

Las materias primas y los envases se someterán a la inspección de bultos y muestreo, lo cual se realiza en el área de recepción y cuarentena del usuario. El control de calidad se aplica tanto a las materias primas como a los envases.

LAS DROGAS VEGETALES DEBEN SER SOMETIDAS A LAS SIGUIENTES PRUEBAS O ANÁLISIS BÁSICOS

- **Verificación de la identidad botánica de la planta:**
Determinación de género y especie; especificación de la parte usada: entera o parte de ella como: flores, hojas, corteza, raíz, otras.
- **Estado de la planta:**
Fresca o seca
- **Descripción morfológica (macroscópica):**
Forma, tamaño de corte o fractura, color, olor, textura (comparar con patrón)
- **Descripción microscópica:**
Es indispensable para detectar adulteraciones, especialmente en la inspección de drogas molidas
- **Tamaño y fractura de la droga, tipo de corte:**
Grosero, mediano, fino o pulverizada
- **Pérdida por secado y humedad:**
Para una droga seca se acepta 8-12 %

- **Contenido de cenizas:**

Fisiológicas – propias de la droga y no fisiológicas – impurezas (tierra, arena)

- **Presencia de grupos químicos activos:**

Según monografía (flavonoides, alcaloides, taninos, etc.); contenido de aceites esenciales: cuando ellos sean responsables de la actividad

- **Calidad microbiológica:**

De acuerdo a límites establecidos por la OMS y/o Reglamento Nacional de los Alimentos 2002

- **Determinación de residuos de pesticidas:**

De acuerdo al Codex Alimentario

- **Metales pesados:**

Según Farmacopeas

Las técnicas analíticas más usuales en la identificación de principios activos son

- Reacciones colorimétricas
- Cromatografía en papel
- Cromatografía en capa fina (fingerprint)

Técnicas más utilizadas para determinar los contenidos de principios activos:

- Gravimetría
- Volumetría
- Espectrofotometría UV/VIS
- Cromatografía en capa fina (CCF o TLC), cromatografía de gases (CG) y cromatografía líquida de alta eficiencia (CLAE o HPLC)

Respecto a la calidad microbiológica, la OMS establece los límites permitidos de acuerdo al uso del material y al material vegetal mismo. Los límites máximos aceptados para droga vegetal cruda, pre-tratada, de uso tópico y uso interno se encuentran en el Cuadro 6.1. El Reglamento Nacional de los Alimentos 2002 de Chile establece para las drogas vegetales los mismos límites que para los alimentos.

Cuadro 6.1

Límites máximos de contaminantes aceptados en la droga vegetal "cruda" (cosechada bajo condiciones de higiene) pre - tratada (ej.: agua hirviendo, en casos de té e infusiones), de uso tópico y de uso interno, según la OMS

CONTAMINANTE	LÍMITE MÁXIMO POR g DE DROGA
Droga vegetal cruda	
<i>Escherichia coli</i>	10 ⁴
Hongos propagules	10 ⁵
Droga vegetal pre-tratada (ej. agua hirviendo, en caso de té e infusiones) y de uso tópico	
Bacterias aeróbicas	10 ⁷
Hongos y levaduras	10 ⁴
<i>Escherichia coli</i>	10 ²
Salmonellas	ausentes
Enterobacterias	10 ⁴
Droga vegetal de uso interno	
Bacterias aeróbicas	10 ⁵
Hongos y levaduras	10 ³
<i>Escherichia coli</i>	10
Salmonellas	ausentes
Enterobacterias	10 ³

Muestreo

Los métodos de análisis para drogas vegetales darán resultados confiables cuando las muestras del material vegetal a analizar sean representativas del lote, que para ello debe haber sido adecuadamente muestreado, conforme a procedimientos definidos y especificados para drogas vegetales, ya que difieren parcialmente de los habitualmente exigidos a cualquier materia prima.

En Chile se aplica normalmente la Norma Chilena 44 (1978)⁶. También se pueden aplicar otras, como la que se muestra en el Cuadro 6.2. Si los bultos poseen homogeneidad, las muestras deben ser tomadas como indica el Cuadro 6.2.

Cuadro 6.2
Muestreo de envases

N° DE ENVASES	N° DE ENVASES QUE SIRVEN COMO MUESTRA
1 a 10	1 a 3
10 a 25	3 a 5
25 a 50	4 a 6
50 a 75	6 a 8
75 a 100	8 a 10
Más de 100	5% del total (mínimo 10)

Fuente: Leandro Machado (Control de Calidad de Plantas Medicinales- Fundamentos)

Excipientes

Se considera excipientes a los solventes (agua, etanol, otros), edulcorantes (azúcar, sorbitol), preservantes, espesantes y otros, y sus características o calidad deben responder a las especificaciones de los textos oficiales. Al igual que las drogas vegetales, se deben someter a los análisis descritos en Farmacopeas, tales como la USP/NF vigente.

Material de envase

El muestreo y la inspección se deberá realizar según Norma Chilena 44 (NCh44), las especificaciones propias de los materiales u otras que se hayan establecido en la etapa de desarrollo del producto.

Controles de Proceso

Se denominan Controles de Procesos aquéllos diseñados en la etapa de desarrollo, de acuerdo a las Buenas Prácticas de Manufactura y Buenas Prácticas de Laboratorio, para aplicar durante las diferentes etapas de la manufactura.

Control de Productos Intermedios (PI)

Productos intermedios son aquellos obtenidos de drogas vegetales sometidas a procesos de extracción con diferentes solventes, destinados a la industria de alimentos, industria cosmética o industria farmacéutica, como extractos líquidos, blandos, secos, aceites esenciales, óleos, otros.

CONTROLES RECOMENDADAS EN EL CASO DE LOS PRODUCTOS INTERMEDIOS

- Características organolépticas (descripción del estado físico, color, olor, sabor)
- pH
- Grado alcohólico cuando corresponda
- Viscosidad
- Peso específico o densidad
- Residuo sólido
- Índice de refracción
- Rotación óptica
- Identidad de componentes activos
- Contenido de algún grupo químico (por ejemplo % de flavonoides totales expresado como rutina) o en un principio activo o marcador, cuando se dispone de estándar
- Calidad microbiológica
- Otros

El Certificado que emita el fabricante del Producto Intermedio (PI) deberá incluir, además, la siguiente información:

- Identidad botánica de la planta o parte de ella utilizada
- Solvente de extracción (agua, etanol, propilenglicol, etc.)
- Preservantes, si los hubiere
- Otros

Control de Productos Terminados

Los controles de productos terminados, dependiendo de la forma farmacéutica y de la(s) droga (s) elegida (s), se realizarán de acuerdo a las exigencias establecidas por Farmacopeas y Monografías oficiales (Farmacopea Europea, ESCOP, British Herbal Compendium, otras).

Tiene por objetivo verificar las características organolépticas y fisico-químicas, entre otras:

- Identificación de los principios activos que dicen relación con la droga vegetal y el efecto esperado
- Valoración / cuantificación de los principios activos
- Valoración de la actividad biológica (*in vitro*, *in vivo*) y estudios clínicos
- Verificación de la calidad microbiológica.

Pruebas de control de calidad para el Producto Terminado (PT)

Los análisis que deben realizarse dependen del estado físico del producto terminado (PT), ya sea líquido (gotas, jarabes, etc.) o sólido (comprimidos, cápsulas, etc.) (Cuadro 6.3). Para productos terminados de plantas aromáticas, los controles de calidad contemplan, además, los siguientes análisis: punto de congelamiento, solubilidad en alcohol diluido, tenor de aldehídos y de fenoles, índices de ésteres (ésteres y alcoholes combinados), de ésteres después de acetilación (cálculo de alcoholes libres) y de acidez.

Cuadro 6.3.
Pruebas de control de calidad para el producto terminado,
según el estado físico: líquido, sólido

PRUEBAS	LÍQUIDO	SÓLIDOS
Características organolépticas (aspecto, color, olor, sabor)	X	X
Peso específico	X	
Contenido alcohólico	X	
pH	X	
Viscosidad	X	
Índice de refracción	X	
Índice de amargor	X	
Índice de espuma	X	
Rotación óptica	X	
Peso		X
Dureza		X
Desintegración		X
Identificación de grupos químicos	X	X
- Colorimetría		
- Cromatografía en papel		
- Cromatografía en capa fina		
Determinaciones cuantitativas	X	X
- Gravimetría		
- Volumetría		
- Espectrofotometría UV/VIS		
- Cromatografía (CCF, CG, CLAE)		
Calidad microbiológica	X	X

DEFINICIONES**Droga vegetal:**

Planta o sus partes, después de los procesos de cosecha, estabilización y secado, entera, picada, triturada o pulverizada.

Principio activo:

Sustancia o grupo de sustancias, químicamente caracterizadas, cuya acción farmacológica es conocida y es la responsable, total o parcialmente, de los efectos terapéuticos del producto fitoterápico.

Marcador:

Componentes presentes en la materia prima vegetal, de preferencia el propio principio activo, utilizados como referencia en el control de calidad de la materia prima vegetal y de los medicamentos fitoterápicos.

Marcador ideal:

Debe ser fácilmente detectable, estar en cantidades significativas, ser característico de la especie y responsable de la actividad terapéutica.

Marcador negativo:

Sustancias que no están presentes en la droga; se usan para detectar adulteraciones con plantas que la contienen.

Fabricación de fitofármacos

Un producto es un fitofármaco cuando la solicitud de registro del producto presentada a las autoridades sanitarias (ISP) se transforma en una Resolución REG. ISP N°: N — , de aprobación y autorización para comercializarlo en el territorio nacional.

Básicamente, la fabricación de un fitofármaco es muy similar a la fabricación de medicamentos de síntesis, excepto cuando no es posible conseguir en plaza las materias primas (productos intermedios). También se deben aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura y las Buenas Prácticas de Laboratorio, como ya se indicó.

Actualmente, llegan desde el exterior muchos extractos (secos o líquidos), incluso muchos de ellos estandarizados y valorados en algún principio activo, lo que los convierte en la materia prima ideal.

Lamentablemente, en Chile no se dispone de todas las técnicas analíticas montadas ni de todos los estándares necesarios, lo que dificulta comprobar la calidad de las materias primas importadas, requisito indispensable en el momento de registrar un fitofármaco.

Sin embargo, en los últimos años, se ha incrementado el interés, tanto de universidades y centros privados de investigación como de los laboratorios de producción, por desarrollar e implementar las técnicas analíticas que permitan verificar las características de calidad de las drogas vegetales a un costo razonable.

En este capítulo se abordará la fabricación de extractos a partir de drogas vegetales, que es realmente lo que difiere de la fabricación de productos de síntesis, dadas las características de las plantas medicinales y aromáticas. Desde el punto de vista del país, esta forma de procesamiento es muy interesante, pues permite desarrollar la industria nacional, otorgando "valor agregado" a las plantas medicinales y aromáticas.

Se pueden distinguir las siguientes etapas:

- a) Etapa de selección del material vegetal (identidad, calidad)
- b) Etapa de selección del equipo a utilizar (equipo de maceración, percoladores, turboextractor)
- c) Etapa de selección del proceso de extracción (tipos de extracción: maceración pasiva, maceración dinámica, percolación, repercolación, extracción en contra corriente)
- d) Etapa de clarificación o filtración del extracto (tipo de filtración más adecuada)
- e) Etapa de concentración (concentrador más eficaz)
- f) Etapa de secado del extracto, si lo que se quiere obtener es un extracto seco (secado por spray dry, liofilizado, por cinta)

Todas y cada una de las etapas nombradas requieren de análisis complejos, de muchas pruebas hasta encontrar el equipo y el proceso más conveniente, tanto desde el punto de vista de la calidad como del costo. No en vano se dice que "cada planta es un caso".

FACTORES QUE DETERMINAN UN BUEN PROCESO DE EXTRACCIÓN

- Estado de la droga (seca o fresca)
- Estado de división de la droga
- Naturaleza del solvente
- Temperatura
- pH
- Agitación
- Tiempo de extracción⁸.

Antes de comenzar el proceso de extracción se debe contar con:

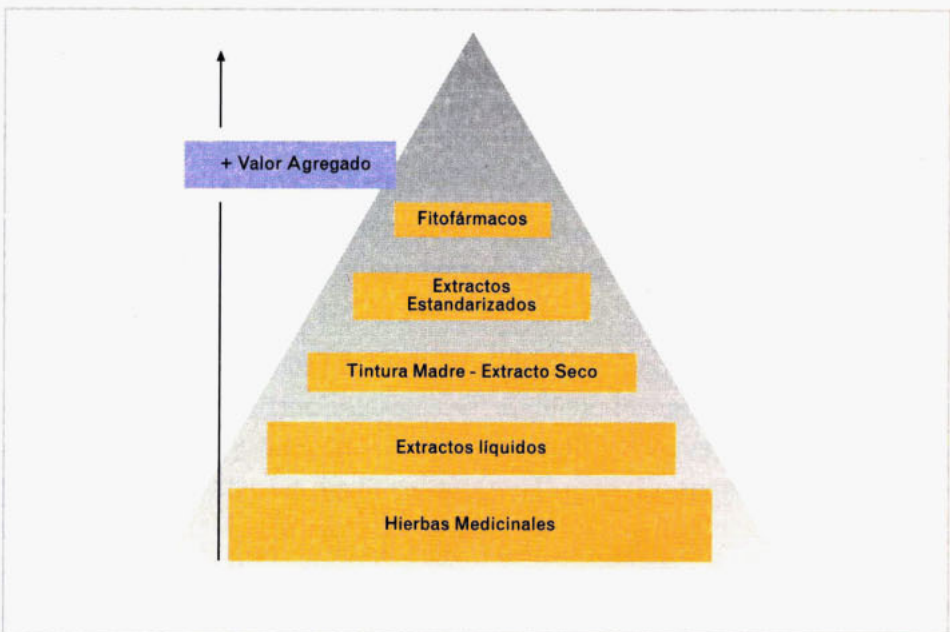
- Todas las materias primas (droga vegetal, solventes, preservantes, etc.), las que deben llegar certificadas por el proveedor y aprobadas por el departamento de control de calidad del laboratorio productor
- Planilla de producción del producto a elaborar
- Procedimientos de verificación de condiciones de higiene del recinto de fabricación y las vestimentas adecuadas
- Técnica escrita de fabricación del producto
- Especificaciones del producto final
- Rendimiento obtenido
- Procedimientos de fraccionamiento – envase – etiquetado (si el producto va a ser un producto terminado)
- Aprobación del Producto Intermedio o Producto Terminado, según sea el caso, por el Departamento de Control de Calidad
- Almacenamiento en Bodega de Producto Intermedio o en Bodega de Producto Terminado, según sea el caso.

Pirámide de la calidad

Finalmente, se puede concluir que todo lo expuesto no es más que la secuencia básica o elemental en la obtención de cualquier fármaco o medicamento. Sin embargo, el trabajo con drogas vegetales es bastante más complejo que con drogas de síntesis, debido a que éstas contienen generalmente sólo uno o dos principios activos, en tanto que las drogas vegetales poseen un gran número de principios activos, muchos de ellos aún desconocidos, lo que implica una gran cantidad y variedad de análisis, que no requieren las monodrogas.

La pirámide (Figura 6.2) muestra cómo la droga vegetal (planta medicinal) mantiene la calidad y aumenta su valor agregado, a través de las diferentes etapas del proceso de producción.

Figura 6.2
Pirámide de la calidad



Si se cumplen las normas recomendadas por los organismos oficiales ya mencionados, paso a paso, se van asegurando en las diferentes etapas de la producción las características exigidas a los fitofármacos en cuanto a calidad, eficacia y seguridad.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ World Health Organization, 1998, Geneve. Quality control methods for medicinal plant materials.
- ² Good manufacturing practices: guidelines on the validation of manufacturing processes. In: WHO Expert Committee on Specifications for Pharmaceutical Preparations. Thirty-fourth report. Geneve, World Health Organization, 1996 (WHO Technical Report Series, N° 863): 80-96.
- ³ Reglamento del Sistema Nacional de Control de Productos Farmacéuticos, alimentos de Uso Médico y Cosméticos, Decreto Supremo D.S. 1876/1995 Ministerio de Salud.
- ⁴ Mahabir P. Gupta. 1999. Panamá y Guatemala. Revista CYTED. Pág.: 20-28.
- ⁵ Sharapin, N et al. 2000. Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos. 1ª ed. Cyted, Colombia, pp. 143-156.
- ⁶ Instituto Nacional de Normalización (INN). Norma Chilena 44, 1978.
- ⁷ Sharapin, N et al. 2000. Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos. 1ª ed. Cyted, Colombia, pp. 101-112.
- ⁸ Sharapin, N et al. 2000. Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos. 1ª ed. Cyted, Colombia, pp. 27-60.

Legislación chilena sobre fitofármacos y productos naturales

Mirtha Parada

Desde tiempos inmemoriales las plantas han sido fuente de preparados medicinales, debido a la presencia en ellas de principios activos o constituyentes con acción terapéutica. A lo largo de la historia, sus beneficios y las distintas modalidades para su empleo, se han transmitido de generación en generación hasta nuestros días, constituyendo un importante recurso terapéutico. Tanto en los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo, el uso y comercialización de fitofármacos y productos naturales con fines medicinales muestra un crecimiento acelerado en los últimos años.

En Chile, el Ministerio de Salud ha promovido los cambios reglamentarios para garantizar el uso racional de los medicamentos elaborados en base a plantas medicinales y productos naturales. En el último tiempo, los reglamentos han sido modificados y complementados de acuerdo a los requerimientos actuales. Entre ellos están las modificaciones al Decreto Supremo (D.S.) N° 1.876/95 (que aprueba el Reglamento del Sistema Nacional de Control de Productos Farmacéuticos, Alimentos de Uso Médico y Cosméticos) y al Decreto Supremo N° 466 de 1984 (que aprueba el Reglamento de Farmacias, Droguerías, Almacenes Farmacéuticos Botiquines y Depósitos Autorizados), por el D.S. N° 855/98 (31 de julio de 1999), el que fue posteriormente derogado por el D.S. N° 286, (21 de septiembre de 2001).

Se crean las categorías:

- Fitofármaco en reemplazo de los "productos farmacéuticos complementarios" y los "preparados naturales de origen animal, vegetal o mineral con propiedades terapéuticas" (Artículo 26, letras h) e i), D.S. N° 1876/95)
- Suplemento Alimenticio (D.S. N°287, que modifica el Reglamento de Alimentos D.S. N° 977/96)
- Otros productos que se rotulen o anuncien por cualquier medio, con propiedades terapéuticas, sean estas curativas, de atenuación, tratamiento, diagnóstico o prevención de las enfermedades o sus síntomas, como vitaminas, minerales y otros nutrientes (Artículo 26, letra k), D.S. N° 1876/95)

DEFINICIONES

Droga o material vegetal:

Es la planta o partes de planta sin procesar usadas con un propósito medicinal o farmacéutico¹.

Preparación vegetal:

Es la planta o partes de planta pulverizada, su extracto, tintura, jugo exprimido, aceite graso o esencial, goma o resina procesada.

"Los constituyentes aislados, definidos químicamente o sus mezclas no constituyen preparaciones vegetales. Las preparaciones vegetales pueden contener otros componentes, tales como solventes, diluyentes o preservantes, los que deben ser declarados"

Fitofármacos o medicamentos herbarios :

Son productos farmacéuticos terminados y etiquetados, cuyos principios activos son exclusivamente drogas vegetales o preparaciones vegetales.

Medicamentos herbarios tradicionales :

Son las plantas o partes de plantas, frescas o desecadas, enteras o trituradas, envasadas y etiquetadas artesanalmente y rotuladas con la denominación utilizada por la costumbre popular en el ámbito de las tradiciones culturales nacionales chilenas. Estarán autorizados para su venta y distribución cuando el Servicio de Salud competente haya autorizado el establecimiento en que se almacenan, fraccionan, envasan o se realizan otras operaciones propias de su procesamiento y estén en un listado aprobado por resolución del Ministerio de Salud. Además deben estar envasados artesanalmente como especies vegetales aisladas y no en mezclas.

Los suplementos alimenticios:

Son productos elaborados para suplementar la dieta con fines saludables y contribuir a mantener o proteger estados fisiológicos tales como adolescencia, embarazo, lactancia, climaterio y vejez. Su composición podrá corresponder a un nutriente, mezcla de ellos u otros componentes presentes naturalmente en los alimentos, incluyendo compuestos tales como vitaminas, minerales, aminoácidos, lípidos, fibra dietética o sus fracciones. Se podrán expender en diferentes formas, tales como polvos, líquidos, granulados, grageas, comprimidos, tabletas o cápsulas.

Otros productos:

Productos que se rotulen o anuncien por cualquier medio, con propiedades terapéuticas, sean éstas curativas, de atenuación, tratamiento, diagnóstico o prevención de las enfermedades o sus síntomas, incluyen las vitaminas, minerales y otros nutrientes, así como los productos de origen animal.

Fuente: Decretos Supremos N° 286 y 287

¹ Se refiere a la droga antes del proceso de elaboración de un fitofármaco, es decir, droga que puede estar deshidratada, picada o triturada, pero que no ha sido sometida a un proceso industrial para obtener, por ejemplo, cápsulas.

Régimen de control a aplicar

Respecto al régimen de control y de los laboratorios de producción de los medicamentos señalados, los Artículos N° 70 y 71 indican, respectivamente, que:

- En aquellos casos en que exista duda de la categoría a la que pertenece un producto, o se le atribuyan o posea fines terapéuticos y se anuncie como alimento, el Instituto de Salud Pública determinará por resolución si el régimen de control a aplicar es el propio de un alimento, o de un producto farmacéutico. Si el Instituto determina que el régimen de control a aplicar es el propio de un medicamento, se deberá solicitar el registro sanitario, aportándose los antecedentes que el caso requiera. En el caso de ser denegado dicho registro, serán retirados del mercado.
- Planta física: la distribución, organización y funcionamiento de los laboratorios de producción de los fitofármacos y productos farmacéuticos de origen natural deberán satisfacer las necesidades de los procesos de fabricación, conforme con las prácticas especiales de buena manufactura (GMP).

Registro Sanitario de Fitofármacos

El registro sanitario de los productos elaborados en base a plantas medicinales (fitofármacos) y de origen natural se realiza en la Unidad de Productos Farmacéuticos Complementarios del Instituto de Salud Pública de Chile, donde se evalúa un dossier con la documentación requerida en la solicitud de registro, según lo establecido en el Artículo 44° del D.S. N° 1876/95. Entre los requisitos figuran:

- La fórmula completa, cualicuantitativa, suscrita por un profesional habilitado
- Proyecto de etiqueta o rótulo, cumpliendo las disposiciones de envase y rotulación contenidas en el presente reglamento
- Suficiente cantidad de muestra del producto, que corresponda a la fórmula declarada y a su forma farmacéutica
- Monografía que permita justificar la fórmula declarada y las propiedades de la misma
- Metodología analítica para identificar y valorar los principios activos, especificaciones de materias primas y producto terminado
- Información científica u otras disponibles que demuestren la finalidad terapéutica, eficacia e inocuidad del producto
- Forma farmacéutica, dosis unitaria por forma farmacéutica y vía de administración
- Proposición de periodo de eficacia avalado por el estudio de estabilidad correspondiente
- Folleto de información al profesional y folleto de información al paciente
- Documentos legales correspondientes
- El Instituto se reserva el derecho de solicitar otros antecedentes para la evaluación del producto.

Plantas que se pueden comercializar como alimento y condimento

La legislación vigente permite la comercialización de algunas hierbas aromáticas como alimento, según lo publicado en el Reglamento de Alimentos D.S. N° 977, al que se agrega un listado publicado en el D.S. N° 855 (Cuadro 7.1). En el artículo N°462, se estipula que las hierbas aromáticas pueden expendirse enteras o molidas, solas o en mezclas con otras especies del mismo listado.

Cuadro 7.1
Listado de Hierbas Aromáticas

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	PORTE USADA
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Hojas y sumidades floridas
Alcachofa	<i>Cynara scolymus</i> L.	Hojas
Altamiza, artemiza	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Hojas, tallo sumidades floridas
Anís estrella	<i>Illicium verum</i>	Fruto
Anís verde	<i>Pimpinella anisum</i>	Fruto
Bailahuén	<i>Haplopappus baylahuen</i> Remy	Hojas
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	Hoja
Buchú, buco	<i>Barosma betulina</i> Bartl	Hojas, flor
Caléndula, china	<i>Calendula officinalis</i> L.	Hojas, flor
Canela	<i>Cinnamomum verum</i> Presl	Corteza
Cedrón	<i>Aloysia triphylla</i>	Hoja
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Hojas, tallo
Cola de caballo	<i>Equisetum bogotense</i> H.K.	Ramas
Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>	Hoja
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fruto
Lechuguilla	<i>Cichorium intybus</i> L.	Hojas, raíz
Limón	<i>Citrus limus</i> burm. f	Hojas y frutos
Llantén siete venas	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Hojas
Llantén siete venas	<i>Plantago major</i> L.	Hojas
Manzanilla	<i>Chamaemelum nobile</i> All.	Flores, raíz y hojas
Manzanilla	<i>Chamomilla recutita</i>	Flor con 20% de tallo
Mastuerzo	<i>Capsella bursa-pastoris</i> Medik	Flores, hojas, frutos
Matico	<i>Buddleja globosa</i>	Hoja
Melissa o Toronjil dulce	<i>Melissa officinalis</i>	Parte aérea
Menta	<i>Mentha piperita</i>	Hoja con 5% de tallo
Menta verde	<i>Mentha viridis</i>	Hoja con 5% de tallo
Menta poleo	<i>Mentha pulegium</i>	Hoja
Menta bergamota	<i>Mentha citrata</i>	Hoja
Naranjero dulce	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck	Hojas, flor y fruto.
Naranja	<i>Citrus aurantium</i> L. spp. aurantium	Hojas y flores
Orégano	<i>Origanum majorana</i> L.	Partes aéreas
Orégano	<i>Origanum vulgare</i> L.	Partes aéreas

Continúa en página siguiente →

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	PARTE USADA
Paico	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Parte aérea
Radal	<i>Lomatia hirsuta</i> Diels	Hojas y tallos
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Parte aérea
Rosa mosqueta	<i>Rosa moschata</i> B.canina	Fruto
Salvia	<i>Salvia officinalis</i>	Hoja
Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	Flor
Tilo	<i>Tilia platyphyllos</i>	Flor y brácteas
Tilo	<i>Tilia officinalis</i>	Flor y brácteas
Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i>	Parte aérea
Toronjil cuyano	<i>Marrubium vulgare</i> L.	Hojas y flores

Según el Artículo N° 430, la denominación de "especies" comprende a plantas o partes de ellas (raíces, rizomas, bulbos, hojas, cortezas, flores, frutos y semillas) que contienen sustancias aromáticas, sápidas o excitantes, o sus principios activos suspendidos en un soporte alimenticio adecuado, empleadas para condimentar alimentos y bebidas. Se incluyen en esta denominación, entre otras, las especies detalladas en el Cuadro 7.2.

Cuadro 7.2
Especies

ESPECIA	DESCRIPCIÓN
Anís común o verde	Frutos desecados del <i>Pimpinella anisum</i> L.
Anís estrellado	Frutos de <i>Illicium verum</i> H.
Azafrán	Filamentos color rojo-anaranjado provenientes de los estigmas desecados de la flor del <i>Crocus sativus</i> L.
Canela de Ceylán	Corteza desecada y privada en su mayor parte de la capa epidérmica, proveniente de <i>Cinnamomun zeylanicum</i> N. Toda canela que no corresponde a los caracteres macro y microscópicos de la de Ceylán, como la del <i>Cinnamomum cassia</i> , debe denominarse "canela común".
Cardamomo	Semillas de <i>Elettaria cardamomum</i> L.

ESPECIA	DESCRIPCIÓN
Clavo de olor	Botones florales secos del <i>Caryophyllus aromaticus</i> L. o <i>Eugenia caryophyllata</i> T.
Comino	Frutos de <i>Cuminum cyminum</i> L.
Comino alemán o alcaravea	Frutos de <i>Carum caryl</i> L.
Curcuma	Rizoma de <i>Curcuma longa</i> L.
Curry	Mezcla de especies de sabor picante, constituida por diversas especies como pimientas, jengibre, cúrcuma y otros condimentos.
Jengibre	Rizoma lavado y desecado de <i>Zingiber officinale</i> R.
Macis	Envoltura y arilo que recubre la semilla de la nuez moscada <i>Myristica fragans</i> H.
Mejorana	Hojas y partes aéreas floridas de <i>Origanum mejorana</i> L.
Menta piperita	Hojas y partes aéreas floridas de la <i>Mentha piperita</i> L.
Mostaza blanca	Semillas de la <i>Sinapis alba</i> .
Mostaza negra	Semillas de <i>Brassica nigra</i> L.
Nuez moscada	Semilla desecada de <i>Myristica fragans</i> H. desprovista totalmente de su envoltura (macis).
Pimienta blanca	Fruto maduro y seco, privado de la parte exterior de su pericarpio, proveniente del <i>Piper nigrum</i> L.
Pimienta negra	Fruto incompatible maduro y seco, proveniente del <i>Piper nigrum</i> L.
Pimienta de Jamaica	Fruto de <i>Pimpinella officinalis</i> B. o Allspico.
Pimienta de Cayena	Frutos especialmente picantes del <i>Capsicum frutescens</i> .
Vainilla	Fruto inmaduro, fermentado y desecado de <i>Vainilla olanifolia</i> A.

Envasado y rotulado

Medicamentos herbarios tradicionales

Los medicamentos herbarios tradicionales deben estar envasados artesanalmente como especies vegetales aisladas y no en mezclas. En sus rótulos se deben indicar sólo aquellas propiedades reconocidas en la resolución (D. S. 286).

Suplementos alimenticios

La declaración de propiedades saludables y nutricionales y la información nutricional complementaria, que se describa en los envases de estos productos, deberá ceñirse a las normas establecidas, estando prohibido promocionar su consumo para fines de diagnóstico, prevención o tratamiento de las enfermedades. La declaración de nutrientes será obligatoria (Artículo 536). La publicidad, así como la rotulación de los suplementos alimenticios, deberá adecuarse a las normas del Artículo 537 del Reglamento de Alimentos.

FUENTES LEGALES Y REGLAMENTARIAS

- Código Sanitario, D. F. L. N° 725/68
- Reglamento de Farmacias, Droguerías, Almacenes Farmacéuticos, Botiquines y Depósitos Autorizados, D. S. N° 466 de 1984
- Reglamento del Sistema Nacional de Control de Productos Farmacéuticos, Alimentos de Uso Médico y Cosméticos, D. S. N° 1.876/95
- Reglamento Sanitario de los Alimentos, D. S. N° 977/96
- Modificación de los Decretos Supremos N° 1.876/95, 977/96 y 855/98.

Anexo 1

Nombres científicos y comunes de especies vegetales

Nombre científico	Nombre común
<i>Achillea millefolium</i>	milenrama
<i>Actaea racemosa</i>	black cohosh
<i>Aesculus hippocastaneum</i>	castaño de indias
<i>Allium cepa</i>	cebolla
<i>Allium sativum</i>	ajo
<i>Allium schoenoprasum</i>	ciboulette
<i>Aloysia triphylla</i>	cedrón
<i>Althaea rosea</i> syn. <i>Alcea rosea</i>	malva real
<i>Anethum graveolens</i>	eneldo
<i>Angelica archangelica</i>	angélica
<i>Artemisia absinthium</i>	ajenjo
<i>Artemisia dranunculus</i>	estragón
<i>Atropa belladonna</i>	belladonna
<i>Borago officinalis</i>	borraja
<i>Buddleja globosa</i>	matico
<i>Calendula officinalis</i>	caléndula o chinita
<i>Carum carvi</i>	comino alemán, alcaravea
<i>Caryophyllus aromaticus</i>	clavo de olor
<i>Cedrus spp</i>	cedro
<i>Cichorium intybus</i>	achicoria silvestre
<i>Citrus limon</i>	limonero
<i>Coriandrum sativum</i>	cilantro, coriandro
<i>Crataegifolium cumflore</i>	

Nombre científico	Nombre común
<i>Crataegus oxyacantha</i>	crataegus, hawthorn, espino blanco
<i>Cucurbita pepo</i> convar. <i>citrullina</i> var. <i>styriaca</i>	calabaza aceitera
<i>Cuminum cyminum</i>	comino
<i>Chamomilla recutita</i> = <i>Matricaria chamomilla</i>	manzanilla común
<i>Chelidonium majus</i>	celidonia mayor
<i>Chrysanthemum cinerariifolium</i>	piretro
<i>Derris elliptica</i>	derris
<i>Digitalis purpurea</i>	digital, dedalera
<i>Echinacea angustifolia</i>	echinacea
<i>Echinacea purpurea</i>	echinacea
<i>Eucalyptus</i> sp.	eucalipto
<i>Foeniculum vulgare</i>	hinojo
<i>Haplopappus baylahuen</i>	bailahuén
<i>Hydrastis canadensis</i>	goldenseal, hidrastis
<i>Hypericum perforatum</i>	hierba de San Juan
<i>Juniperus communis</i>	enebro
<i>Lavandula officinalis</i>	lavanda
<i>Levisticum officinale</i>	levístico, maggikraut
<i>Linum usitatissimum</i>	lino
<i>Melia indica</i>	neem
<i>Melissa officinalis</i>	melisa, toronjil
<i>Mentha x piperita</i> (<i>M. aquatica</i> x <i>M. viridis</i>)	menta piperita, peppermint
<i>Mentha acuatica</i>	hierbabuena morisca
<i>Mentha arvensis</i>	menta japonesa, cornmint
<i>Mentha spicata</i>	spearmint, menta verde
<i>Ocimum basilicum</i>	albahaca
<i>Origanum majorana</i>	majorana, mejorana
<i>Origanum vulgare</i>	orégano
<i>Panax ginseng</i>	ginseng

Nombre científico	Nombre común
<i>Panax quinquefolius</i>	ginseng americano
<i>Papaver somniferum</i>	amapola, adormidera
<i>Petroselinum crispum</i>	perejil
<i>Peumus boldus</i>	boldo
<i>Pfaffia glomerata</i>	
<i>Pimpinella anisum</i>	anís
<i>Pinus sp.</i>	pino
<i>Plantago major</i>	llantén
<i>Quassia amara</i>	cuasia
<i>Rosa sp.</i>	rosa mosqueta
<i>Rosa damascena</i>	rosa "otto"
<i>Rosmarinus officinalis</i>	romero
<i>Ruta graveolens</i>	ruda
<i>Ryania speciosa</i>	ryania
<i>Salix spp.</i>	sauce
<i>Salvia officinalis</i>	salvia
<i>Santalum album</i>	sándalo
<i>Tagetes erecta</i>	tagete
<i>Tagetes patula</i>	tagete de la India
<i>Tanacetum parthenium</i>	feverfew
<i>Tanacetum vulgare</i>	tanaceto
<i>Thymus mastichina</i>	spanish wild marjoram
<i>Thymus vulgaris</i>	tomillo
<i>Thymus x citriodora</i>	tomillo aroma limón
<i>Trifolium pratense</i>	trébol rosado
<i>Tussilago farfara</i>	tusilago
<i>Urtica dioica, U. urens</i>	ortiga mayor, ortiga menor
<i>Valeriana officinalis</i>	valeriana
<i>Verbascum densiflorum</i>	hierba del paño, gordolobo
<i>Vetiveria zizanioides</i>	vétiver
<i>Zingiber officinalis</i>	jenjibre

Anexo 2

Productos y prácticas utilizados en la agricultura orgánica

PRODUCTOS Y PRÁCTICAS UTILIZADOS EN LA NUTRICIÓN EN AGRICULTURA ORGÁNICA

Aportes de Nitrógeno

- Por fijación de N atmosférico (fijación biológica-bacterias de leguminosas)
- Estiércoles y guanos animales compostados, purines con fermentación controlada y otros desechos orgánicos de animales (harinas de subproductos animales, de mataderos, de la industria del pescado)
- Desechos orgánicos vegetales, residuos de cosecha
- Nitrógeno inorgánico residual del suelo
- Mineralización de la materia orgánica del suelo
- Compuestos ("compost") derivados de residuos orgánicos vegetales y animales
- Humus o mantillo de lombricultura

Aportes de Fósforo

- Roca fosfatada natural (hiperfosfato)
- Fosfatos naturales (fosforitas)
- Fosfatos calcinados (fosfal)
- Fosfato de roca
- Roca de fosfato de aluminio calcinada

Aportes de Potasio

- Sulfato de potasio de origen natural
- Rocas silíceas
- Minerales potásicos (por ejemplo silvinita, kainita, carnalita) triturados
- Cenizas de madera
- Arenisca verde (glauconita)

Fuentes de Sílice

- Rocas silíceas (por ejemplo basalto, granito)

Fuentes de Magnesio

- Roca de magnesio
- Rocas silíceas
- Roca de magnesio calcárea (dolomitas)
- Sulfato de magnesio (Sal de Epsom)

Fuentes de Calcio

- Calizas
- Margas
- Cretas
- Yeso (sulfato de calcio)

Fuentes de Azufre

- Azufre sin aditivos

Otros productos

- Emulsiones de algas, de pescado
- Abonos foliares de elementos esenciales y de protección de plantas
- Arcillas (bentonita, perlita, vermiculita, ceolita, caolines)
- Afrechos, aserrín, cortezas vegetales de madera de aserradero no tratadas, pajas, rastrojos, carbón vegetal, turba

De uso restringido según Norma NCh 2439

- Las algas son de uso restringido por agotamiento del recurso
- Los oligoelementos (boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc) son de uso restringido, para corregir deficiencias

- El salitre se permite en forma restringida sólo para activar el proceso de compostaje

Prohibidos según Norma NCh 2439

- Excrementos humanos, fangos cloacales sin tratamiento
- Salitre: aún cuando el mineral nitrogenado nitrato de Chile (sódico, potásico) es natural, no es aceptado para su aplicación directa al suelo
- Productos derivados de curtiembres, tratados con cromo
- Estiércol y guanos frescos
- Productos de origen químico sintéticos

MEDIDAS GENERALES PARA MINIMIZAR LA SUSCEPTIBILIDAD DE LA PLANTA FRENTE A PLAGAS Y ENFERMEDADES

- Elegir la zona adecuada de cultivo de acuerdo a requerimientos de clima y suelo sin limitantes para la especie.

Se deben considerar, por ejemplo, las temperaturas máximas, mínimas, heladas, precipitaciones, altitud, texturas de suelos, rangos de pH tolerables, extracción de nutrientes, susceptibilidad a asfixia radicular por inundaciones.

- Propagar estructuras vegetativas y semillas sanas, seleccionadas o certificadas de acuerdo a la norma de la agricultura orgánica.

Se recomienda el uso de variedades o selecciones resistentes a enfermedades. Si se recurre a almácigos, se debe evitar el transplante a raíz desnuda para no herir las raíces. Si la especie lo requiere y el costo no es prohibitivo, se puede recurrir a contenedores y transplante a raíz cubierta. La homogeneidad y el tamaño de plantas dan una clara ventaja sobre la aparición de malezas.

- Desarrollar un adecuado programa de nutrición y riego para obtener plantas sanas, vigorosas y menos susceptibles a enfermedades.

Se debe considerar en este plan el posible efecto de las aplicaciones de abonos orgánicos y de fertilizantes minerales sobre los principios activos (en composición y concentración).

- Elegir adecuadas épocas de siembra, cultivo y cosecha, densidad de plantación y tamaño de los cultivos (superficie), determinadas para cada especie y localidad.

La época debe ser la óptima para no afectar la calidad de las plantas al sobreexponerlas a condiciones de tiempo adversas.

- Incluir prácticas culturales con rotaciones de cultivos, asociaciones benéficas entre especies con cultivos intercalados y uso de cultivos trampa.

En las rotaciones se deben excluir las especies susceptibles u hospederas de fitopatógenos de riesgo para los cultivos.

- Mantener la higiene del predio y los cultivos.

Para ello se deben eliminar los rastros infectados, evitar la diseminación de los patógenos, los contactos entre plantas enfermas y sanas, los daños mecánicos y lesiones a las plantas por labores culturales y mantener los equipos y herramientas limpias y desinfectadas (con productos permitidos).

- Crear y proteger el hábitat de los organismos controladores naturales.

Por ejemplo para avispas, libélulas, arañas, ranas, sapos, murciélagos, ácaros, escarabajos, chinillas y moscas (algunas sírfidas, taquínidas, neurópteras) depredadores (manejo de la fauna silvestre en el ecosistema predial).

- Desarrollar prácticas culturales para disminuir la presión de malezas.

Rotaciones de cultivos, una cuidadosa labranza, siega, pastoreo, cultivos competitivos, cultivos intercalados, época de siembra y trasplante adecuada, densidad de plantación, desmalezamiento (manual, con cultivadores entre las hileras, sistemas mecanizados), motocultivadores, gansos, considerar las reacciones alelopáticas entre especies.

- Incorporar aquellas prácticas que actúan directamente sobre el patógeno, la plaga o las malezas, a través de diversas formas de control:

Aplicación de pesticidas derivados de plantas y productos naturales, diseminación de controladores biológicos y métodos físicos (ver Productos y Prácticas Utilizados para el Control de Patógenos, Plagas y Malezas, en este mismo Anexo).

PRODUCTOS Y PRÁCTICAS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE PATÓGENOS, PLAGAS Y MALEZAS

Extractos de plantas usadas como insecticidas, repelentes de insectos o contra enfermedades -hongos, bacterias

Se aceptan las siguientes especies: ajo, ajeno, cebolla, cuasia, milenrama, ortiga, piretro, tanaceto, ruda, helechos, extracto de neem, derris

Se acepta con restricciones: extracto de ryania, rotenona (es tóxica para los peces)

Prohibida: La nicotina del tabaco está prohibida por su gran toxicidad

Preparados aceptados (a base de):

- Azufre
- Arcilla
- Bórax (en cebo)
- Jabón de potasa
- Silicato de sodio
- Bicarbonato de sodio
- Cloruro de calcio natural
- Oxicloruro de Cu
- Polisulfuro de Calcio
- Caldo bordelés
- Caldo borgoñon
- Permanganato de potasio
- Algas calcáreas
- Propóleos
- Feromonas
- Aceites vegetales y animales
- Tierra de diatomeas

Controladores biológicos

- *Bacillus thuringiensis* (BT)
- Virus de la polihedriosis nuclear
- Virus granuloso
- Entomopatógenos (*Beauveria bassiana*)
- *Trichogramma spp*
- *Trichoderma*

Otras prácticas

- Insectos machos esterilizados
- Trampas físicas o químicas

Métodos físicos

- Tratamientos con frío
- Vapor de agua
- Atmósfera controlada con CO_2 , N_2
- Vacío
- Gases inertes
- Barreras físicas
- Sonido
- Ultrasonido
- Luz
- Luz UV

Anexo 3

Pautas para las buenas prácticas agrícolas en plantas medicinales y aromáticas

Traducción de
«Guidelines for Good Agricultural Practice (GAP)
of Medicinal and Aromatic Plants»
EUROPAM the European Herb Growers Association¹

GENERALIDADES

INTRODUCCIÓN

- 0.1 Alcances. Las pautas para las Prácticas Adecuadas de Agricultura de Plantas Medicinales y Aromáticas (Culinarias) se han formulado con el fin de ser aplicadas al cultivo y procesamiento primario de tales plantas, comercializadas y utilizadas en la Unión Europea. Por lo tanto, se aplican a la producción de todo el material vegetal usado en las industrias de alimentos para humanos, de alimentos para animales, de medicamentos, de sabores y de perfumes. También se aplican a todos los métodos de producción, incluyendo la producción orgánica de acuerdo con las regulaciones europeas.
- 0.2 El ambiente. Los agricultores involucrados en la producción de plantas deben asegurar que evitarán dañar los hábitats silvestres existentes, y que realizan esfuerzos por mantener y realzar la biodiversidad de sus predios. La recolección silvestre es regulada por pautas específicas para las Prácticas Adecuadas de Recolección (Good Wild Crafting Practice, GWP).

¹ Traducción de las Normas Europeas (Documento de Trabajo N° 5 para las GAP), realizada por Marisol Berti, Claudia Tramón y Renato Iguera. <http://www.europam.net>

- 0.3 Las presentes Pautas para las Prácticas Adecuadas de Agricultura entregan estándares adicionales para la producción y el procesamiento de materias primas, en lo referido a aquellas etapas críticas de la producción (mediciones) que son necesarias para obtener una buena calidad, puesto que se enfocan principalmente a identificar dichas etapas. A este respecto, buscan minimizar una calidad insuficiente mediante la prevención. Las regulaciones nacionales anularán las recomendaciones de este documento.
- 0.4 Uno de los objetivos principales es asegurar que el material vegetal inicial cumple con las demandas del consumidor y con los estándares de la más alta calidad. Algunos aspectos especialmente importantes se refieren a que las plantas:
- son producidas higiénicamente, con el fin de reducir al mínimo su carga microbiológica,
 - son producidas con cuidado, de manera que los impactos negativos que afectan a las plantas durante el cultivo, procesamiento y almacenamiento se limitan.
- Como en el transcurso del proceso de producción, las plantas medicinales y aromáticas, y sus derivados, están expuestos a un gran número de contaminantes, tanto microbiológicos como de otro tipo, el objetivo principal de las presentes pautas es servir de guía para que los productores reduzcan la contaminación de las plantas al mínimo.
- 0.5 Se recomienda el uso del presente documento en la relación bilateral entre el productor y el cliente. La documentación acerca de los productos puede ser considerada confidencial, pero se debe mantener en certificados o registros de procesamiento toda la información acerca del proceso de producción, desde los productores primarios hasta los comercializadores, de quienes se requiere el cumplimiento voluntario de estas prácticas y la elaboración de medidas prácticas para realizarlas.

1. SEMILLAS Y MATERIAL DE PROPAGACIÓN

- 1.1 El material de siembra debe ser identificado botánicamente, indicando la variedad de la planta, cultivar, quimiotipo y origen. El material utilizado debe ser rastreable. Lo mismo se aplica al material inicial propagado vegetativamente. Los materiales iniciales utilizados en producción orgánica deben ser certificados orgánicos.

- 1.2 El material inicial debe cumplir con los requerimientos/estándares concernientes a pureza y germinación (si se encuentra disponible, se debe utilizar material de semilla/propagación certificado). El material inicial debe estar tan libre como sea posible de plagas y enfermedades, con el fin de garantizar un crecimiento sano de la planta. Si se dispone de especies u orígenes resistentes o tolerantes, deben ser preferidos.
- 1.3 La ocurrencia de plantas y partes de plantas no idénticas en especie/variedad debe ser controlada en el transcurso de todo el proceso de producción (cultivo, cosecha, deshidratado, envasado). Estas impurezas deben ser eliminadas prontamente. El material vegetal, o las semillas derivadas de, o que incluyan organismos genéticamente modificados (Genetically Modified Organisms, GMO) deben encontrarse de acuerdo con las regulaciones nacionales y europeas.

2. CULTIVO

- 2.1 Según el modo de cultivo, por ejemplo, convencional u orgánico, se debe permitir a los productores el seguir diferentes Procedimientos Estándares de Operación. En general, se debe cuidar no producir perturbaciones medioambientales. Se deben seguir las prácticas adecuadas de cultivo, incluyendo una apropiada rotación de cultivos.
- 2.2 Suelo y fertilización
 - 2.2.1 Las plantas medicinales y aromáticas no deben ser cultivadas en suelos contaminados por lodos. Los suelos no deben encontrarse contaminados por metales pesados o residuos de pesticidas, u otros químicos no naturales. Por esta razón, se debe utilizar la mínima cantidad de químicos posibles.
 - 2.2.2 El estiércol aplicado debe estar exento de heces humanas y debe estar completamente compostado en forma previa a su aplicación.
 - 2.2.3 Todos los otros agentes fertilizantes deben ser aplicados evitando excesos y en concordancia con las demandas de la planta y de la especie en particular (incluyendo la aplicación entre cosechas). El uso de fertilizantes debe ser en concordancia con esfuerzos por la minimización de lixiviados.

2.3 Irrigación

- 2.3.1 La irrigación debe ser minimizada tanto como sea posible y aplicada de acuerdo con las necesidades de la planta.
- 2.3.2 El agua para la irrigación debe cumplir con los estándares de calidad nacionales y potenciales europeos, y debe estar tan libre como sea posible de contaminantes como heces, metales pesados, pesticidas, herbicidas y sustancias tóxicas.

2.4 Mantenimiento del cultivo y protección de las plantas

- 2.4.1 La labranza debe ser adaptada al crecimiento y requerimientos de la planta.
- 2.4.2 La aplicación de pesticidas y herbicidas debe ser evitada hasta donde sea posible. Cuando sean necesarias, deben llevarse a cabo utilizando las cantidades mínimas efectivas de productos aprobados para la protección de las plantas. Los productos para la protección química de las plantas deben estar de acuerdo con los límites máximos de residuos de la Unión Europea (Farmacopea Europea, Directivas Europeas, Codex Alimentarius). La aplicación y el almacenamiento de productos para la protección de las plantas deben realizarse según las recomendaciones de sus elaboradores y las regulaciones de las autoridades.

La aplicación debe ser llevada a cabo solamente por personal de planta calificado, usando equipamiento aprobado. La aplicación debe anteceder a la cosecha en un período ya sea definido por el comprador o indicado en la etiqueta del envase del producto para la protección de las plantas.

El uso de pesticidas y herbicidas debe estar documentado y disponible para el comprador si éste lo solicita.

- 2.4.3 Todas las medidas en cuanto a suministro de nutrientes y protección química de las plantas deben asegurar que el producto sea apto para salir al mercado. El comprador del lote debe ser informado de la marca, calidad y fecha del uso de pesticidas en forma escrita.

3. COSECHA

- 3.1 La cosecha debe realizarse cuando las plantas se encuentran en su mejor calidad posible, de acuerdo con sus diferentes usos.
- 3.2 La cosecha debe realizarse preferentemente bajo las mejores condiciones posibles (pueden ser desfavorables los suelos húmedos, rocío o humedad ambiental excepcionalmente alta). Si la cosecha se lleva a cabo en condiciones húmedas, se debe poner especial cuidado en evitar la influencia desfavorable de la humedad.
- 3.3 El equipamiento debe encontrarse limpio y trabajando en forma técnicamente perfecta. Aquellas partes de la maquinaria, incluyendo el lugar donde se guarda, que tienen contacto directo con el material cosechado, deben ser aseadas regularmente y mantenidas libres de aceite y otros contaminantes (incluyendo residuos de plantas).
- 3.4 Los mecanismos de corte de las cosechadoras deben ser ajustados de manera que la recolección de partículas de suelo pueda ser reducida al mínimo.
- 3.5 En el transcurso de la cosecha, se debe cuidar de que no exista mezcla de hierbas tóxicas con el cultivo cosechado.
- 3.6 Las partes de plantas dañadas y muertas deben ser prontamente eliminadas.
- 3.7 Todos los contenedores usados en la cosecha deben ser aseados y mantenidos libres de remanentes de previas cosechas. Los contenedores fuera de uso deben también ser conservados secos, libres de pestes e inaccesibles para ratones/roedores, así como para ganado y animales domésticos.
- 3.8 El cultivo cosechado no debe ser expuesto a contacto directo con el suelo. Debe ser prontamente recolectado y enviado a transporte, con la excepción de gavillas y raíces antes del lavado, en condiciones secas y limpias (por ejemplo, sacos, canastos, remolques, contenedores, etc.).
- 3.9 Se debe evitar el daño mecánico y compactación del cultivo que resulte en cambios no deseados en la calidad. A este respecto, se debe prestar atención a:
 - evitar el sobrellenado de los sacos,
 - el apilamiento de los sacos no debe causar compactación del cultivo,
 - el cultivo cosechado debe ser transportado y mantenido en contenedores o bolsas de manera que se prevenga la ocurrencia de calentamiento.

- 3.10 La entrega de material fresco recién cosechado debe realizarse tan rápido como sea posible a las instalaciones en donde se procesará, con el fin de prevenir el calentamiento.
- 3.11 El cultivo cosechado debe ser protegido de plagas, ratones/roedores y animales domésticos. Las medidas adoptadas para el control de plagas deben ser documentadas.

4. PROCESAMIENTO PRIMARIO

El procesamiento primario incluye las etapas del procesamiento tales como lavado, congelado, destilado, deshidratado, etc. Todos estos procesos, ya sea para usos en alimentos o medicinales, deben realizarse conforme a las regulaciones europeas y nacionales relevantes.

- 4.1 El cultivo cosechado debe ser prontamente descargado y desempacado luego de su llegada a las instalaciones donde será procesado. Antes del procesamiento, el material no debe ser expuesto en forma directa al sol (excepto en el caso en que esto sea una necesidad específica; por ejemplo, para destilación). Si no existe una etapa de lavado, el material debe ser protegido de la lluvia.
- 4.2 Los edificios usados en el procesamiento de cultivos cosechados deben ser limpios y bien aireados, y nunca deben ser utilizados como establos para ganado.
- 4.3 Los edificios deben ser contruidos de manera de proporcionar protección al cultivo cosechado contra pájaros, insectos, roedores, así como contra animales domésticos. En todas las áreas de almacenamiento (incluyendo almacenamientos de empacados) y de procesamiento se deben implementar medidas adecuadas de control de plagas, como trampas y dispositivos eléctricos para la eliminación de insectos, que deben ser operados y mantenidos por personal de planta calificado o por contratistas.
- 4.4 El equipamiento de proceso debe ser mantenido limpio y se le debe realizar mantención regularmente.
- 4.5 En el caso de deshidratado natural al aire libre, el material debe ser distribuido en una capa fina. Con el fin de asegurar la circulación ilimitada del aire, los bastidores de deshidratado deben situarse a suficiente distancia desde el suelo. Se debe intentar el deshidratado uniforme del material con el fin de evitar la formación de moho. Cuando se deshidrata con combustibles, los gases de com-

bustión agotados no deben reutilizarse para deshidratar. El deshidratado directo con gas no debe ser permitido, excepto con butano, propano o gas natural.

- 4.6 Excepto en el caso de deshidratado natural al aire libre, las condiciones (es decir, temperatura, duración, etc.) deben ser seleccionadas tomando en consideración el tipo de material (por ejemplo, raíz, hoja o flor) y el contenido de principios activos (por ejemplo, aceites esenciales y otros) de la droga cruda a ser producida.

Las condiciones de deshidratado deben ser documentadas.

- 4.7 Se debe evitar el deshidratado en el suelo o en exposición directa a la luz solar, a menos que se requiera para una planta en particular.
- 4.8 Todo el material debe ser inspeccionado o tamizado con el fin de eliminar productos bajo el estándar y cuerpos extraños. Los tamices se deben mantener limpios y se les debe realizar mantención periódicamente.
- 4.9 Los contenedores para basura deben estar claramente marcados, disponibles, deben vaciarse diariamente y ser limpiados.
- 4.10 El producto debe ser prontamente envasado, con el fin de protegerlo, para respetar la calidad y reducir el riesgo de contaminación.

5. ENVASADO

- 5.1 Después de un repetitivo control y la eventual eliminación de materiales de baja calidad y cuerpos extraños, el producto debe ser envasado en sacos, bolsas o cajas, limpios y secos, preferentemente nuevos. El etiquetado debe ser claro, fijado en forma permanente y confeccionado en material no tóxico. La información debe estar conforme a las regulaciones europeas y nacionales de etiquetado.
- 5.2 Los materiales para envasar deben ser almacenados en un sitio limpio y seco, que debe estar libre de pestes y ser inaccesible para ganado y animales domésticos. Se debe garantizar que no ocurrirá contaminación del producto debida al uso de un material de envasado específico, particularmente en el caso de bolsas de fibra.
- 5.3 Los materiales reutilizables deben ser bien limpiados y perfectamente secados en forma previa a su uso. Se debe garantizar que no existe la posibilidad de contaminación debida a la reutilización de las bolsas.

6. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

- 6.1 Los materiales deshidratados envasados y los aceites esenciales deben ser almacenados en un edificio seco, bien aireado, en el cual las fluctuaciones diarias de temperatura sean limitadas y se entregue una buena aireación. Los productos frescos (con excepción de la albahaca) deben ser almacenados entre 1 y 5°C, mientras que los productos congelados deben ser almacenados bajo -18°C (o bajo -20°C para almacenamiento de largo plazo). El almacenamiento de aceite esencial debe realizarse según los estándares de prevención de riesgos y etiquetado apropiados para almacenamiento y transporte de químicos, de acuerdo con las regulaciones nacionales y en particular con la Directiva 94/55/EEC del Consejo de la Unión Europea.
- 6.2 Como protección contra pestes, pájaros, roedores y animales domésticos, las aberturas de ventanas y puertas deben hallarse protegidas, por ejemplo, con mallas metálicas.
- 6.3 Tanto el material a granel como el envasado deben ser almacenados adecuadamente:

- en edificios con suelos fáciles de limpiar, de concreto u otros materiales similares,
- en camas,
- a distancia suficiente de la pared,
- bien separados de otros cultivos, con el fin de evitar contaminación por mezclado.

Los productos orgánicos se deben almacenar de acuerdo con las regulaciones nacionales orgánicas y la Directiva 2092/91 de la Unión Europea.

- 6.4 En el caso de transporte a granel, es importante asegurar condiciones de sequedad y, además, con el fin de reducir el riesgo de formación de moho o de fermentación, es muy aconsejable el uso de contenedores aireados. Como alternativa, se recomienda el uso de vehículos de transporte suficientemente aireados y otras instalaciones aireadas. El transporte de aceites esenciales se debe realizar conforme a las regulaciones apropiadas. Se deben respetar las regulaciones nacionales y europeas respecto al transporte.
- 6.5 La fumigación contra el ataque de pestes se debe realizar sólo en caso de necesidad, y debe ser llevada a cabo exclusivamente por personal licenciado. Sólo se deben usar productos químicos registrados. Toda fumigación contra el ataque de pestes debe ser reportada en la documentación.

- 6.6 Para la fumigación de graneros sólo se deben usar sustancias permitidas, de acuerdo con las regulaciones nacionales o europeas.
- 6.7 Cuando se utiliza almacenamiento en frío o vapor saturado en el control de plagas, la humedad del material debe ser controlada después del tratamiento.

7. EQUIPAMIENTO

- 7.1 El equipamiento utilizado en el cultivo y procesamiento de plantas debe ser fácil de limpiar, con el fin de eliminar el riesgo de contaminación.
- 7.2 Toda la maquinaria debe ser guardada en forma fácilmente accesible. Se le debe practicar mantención y limpieza regularmente. Los equipos para fertilización y aplicación de pesticidas deben ser regularmente calibrados.
- 7.3 Se debe preferir equipamiento que no sea de madera, a no ser que la tradición así lo demande. Cuando se utilicen equipos de madera (como, por ejemplo, camas, tolvas, etc.), no deben entrar en contacto directo con químicos ni con materiales contaminados/infectados, de manera de prevenir la contaminación del material vegetal.

8. PERSONAL E INSTALACIONES

- 8.1 El personal debe recibir una adecuada instrucción botánica antes de ejecutar tareas que requieran este conocimiento.
- 8.2 Todos los procedimientos de procesamiento deben ejecutarse completamente en conformidad con la Pautas Europeas en Higiene de Alimentos y los Principios Generales para la Higiene de Alimentos del Codex Alimentarius, así como la Directiva Europea de Prácticas Adecuadas de Manufactura.
- 8.3 Al personal al cual se le confía la manipulación del material vegetal se le debe exigir un alto grado de higiene personal (incluyendo al personal que trabaje en los campos) y deben recibir el entrenamiento adecuado en cuanto a sus responsabilidades de higiene.

Los edificios en donde se lleva a cabo el procesamiento del material vegetal deben ser provistos de camarines y baños, incluyendo instalaciones para lavarse las manos, de acuerdo con las regulaciones respectivas.

- 8.4 Las personas que sufran de enfermedades infecciosas transmisibles por vía alimenticia, incluyendo diarrea, o que sean transmisores de tales enfermedades, deben ser suspendidas de las áreas en donde están en contacto con el material vegetal, de acuerdo con las regulaciones respectivas.
- 8.5 Personas con heridas abiertas, inflamaciones e infecciones de la piel deben ser suspendidas de las áreas en que se lleva a cabo el procesamiento, o deben vestir las ropas o guantes protectores adecuados, hasta su recuperación completa.
- 8.6 El personal debe ser protegido del contacto con material vegetal tóxico o potencialmente alergénico a través de ropas protectoras adecuadas.
- 8.7 El bienestar de todo el personal involucrado en el cultivo y procesamiento debe ser asegurado. Las disposiciones concernientes a la salud deben ser expuestas en el área de trabajo.

9. DOCUMENTACIÓN

- 9.1 Todo el material inicial y las etapas del procesamiento deben ser documentadas, incluyendo la localización del cultivo. Todos los productores deben mantener registros de campo, mostrando los cultivos previos y sus condiciones.
- 9.2 Todos los lotes de áreas coherentes deben ser etiquetados inequívocamente, de forma que no admita ambigüedad (por ejemplo, mediante la aplicación de un número de lote). Esto debe realizarse lo más temprano posible, y se debe mantener un Registro de Envasado de Lote, para cada lote o parte de él que se procese.
- 9.3 Los lotes de diferentes áreas se mezclarán sólo si se garantiza que la mezcla misma será homogénea. Estos procedimientos de mezclado deben ser documentados en Registros de Procesamiento de Lotes.
- 9.4 Es esencial que los Registros de Procesamiento de Lotes incluyan el tipo, cantidad y fecha de la cosecha del cultivo, así como los productos químicos y otras sustancias (por ejemplo, fertilizantes, pesticidas y herbicidas, reguladores de crecimiento, etc.) utilizados durante la producción.
- 9.5 La aplicación de agentes fumigantes como fosfina debe ser ingresada a los Registros de Procesamiento de Lotes.

- 9.6 Todos los procesos y procedimientos que puedan tener un impacto en la calidad del producto deben ser ingresados al Registro de Procesamiento de Lotes y estar disponibles para el cliente, según se requiera en la relación entre éste y el productor.
- 9.7 Todos los acuerdos (pautas de producción, contratos, etc.) entre productor y comprador deben especificarse en forma escrita.

En un Registro de Recibo se debe especificar país de origen, productor y su dirección, identificación botánica y parte de la planta, número de lote y fecha de producción.
- 9.8 El resultado de las auditorías debe ser documentado en un Informe de Auditoría (copia de todos los documentos, Informe de Auditoría, Informes de Análisis), que será almacenado por un mínimo de 10 años.
- 9.9 La ocurrencia de circunstancias especiales durante el período de cultivo, que puedan influir en la composición química, como condiciones climáticas extremas y pestes (particularmente en el período de cosecha), deben ser documentadas en bitácoras.

10. EDUCACIÓN

Es extremadamente aconsejable capacitar a todo el personal a cargo del manejo del material o a aquellos involucrados en la dirección de la producción acerca de las técnicas de producción y el uso apropiado de herbicidas y pesticidas.

11. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Los acuerdos entre productores y compradores de plantas medicinales y aromáticas, en cuanto a asuntos referentes a la calidad, por ejemplo, principios activos y otros ingredientes característicos, propiedades organolépticas y ópticas, valores límite de número de gérmenes, residuos de productos para la protección de las plantas y de metales pesados, deben basarse en especificaciones reconocidas internacional o nacionalmente, y deben ser especificados por escrito.

12. AUDITORÍAS INTERNAS

Se deben conducir auditorías internas con el fin de monitorear la implementación y el cumplimiento de los principios de las Buenas Prácticas Agrícolas, y para proponer las acciones correctivas necesarias.

- 12.1 Asuntos de personal, premisas, equipamiento, documentación, producción, distribución del control de calidad de productos de plantas medicinales, medidas para el manejo de reclamos y quejas, y las mismas auditorías internas, deben ser examinados regularmente, siguiendo un programa pre-establecido, con el fin de verificar su conformidad con los principios del Aseguramiento de Calidad.
- 12.2 Las auditorías internas deben ser conducidas en forma independiente y detallada por personas competentes designadas por la empresa. Pueden resultar útiles auditorías independientes realizadas por expertos externos.
- 12.3 Todas las auditorías internas deben ser registradas. Los informes deben contener todas las observaciones hechas durante las inspecciones y, cuando sea aplicable, proposiciones de acciones correctivas. Las declaraciones al respecto de las acciones tomadas subsecuentemente también deben ser registradas.

Anexo 4

Principios y pautas para la adecuada recolección silvestre de plantas medicinales y aromáticas

Traducción de
«Guidelines for Good Wild crafting Practice (GWP)
of Medicinal and Aromatic Plants»
EUROPAM the European Herb Growers Association²

GENERALIDADES

INTRODUCCIÓN

0.1 Alcances. Las pautas para la recolección silvestre de plantas medicinales y aromáticas (Good Wild Crafting Practice, GWP, que reemplazan a las Prácticas Adecuadas de Recolección – Good Harvesting Practice, GHP) se han elaborado para ser aplicadas a la cosecha y procesamiento de todas las plantas recolectadas de esta manera y utilizadas en la Unión Europea.

Se aplican a la producción de material vegetal para su uso en las industrias de alimento para humanos, de alimento para animales, de medicamentos, de sabores y del perfume. También se aplican a todos los métodos de producción, incluyendo la producción orgánica, de acuerdo con las regulaciones europeas.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 21.000 especies de plantas se cosechan en su hábitat natural. El cultivo se regula a través de pautas específicas de Buenas Prácticas Agrícolas (Good Agricultural Practice, GAP).

² Traducción de las Normas Europeas (Documento de Trabajo N°3 para GWP), aún en corrección, <http://www.europam.net>, realizada por Marisol Berti, Claudia Tramón y Renato Igüera

La producción mediante recolección silvestre se desarrolla principalmente en las regiones con un bajo desarrollo tecnológico y económico, particularmente en Asia, África, América Central, América del Sur y los países del este de Europa.

Las principales razones de por qué pueda ser más conveniente desarrollar una producción de plantas medicinales y aromáticas mediante recolección silvestre son:

- 1) Los períodos para llegar a la maduración y, en consecuencia, a la cosecha, son largos, particularmente para árboles y arbustos (por ejemplo, castaño de Indias, abedul, tilo, espinillo blanco, saúco, bearberry, y otros).
- 2) La planta no puede ser cultivada normalmente por razones no relacionadas con el cultivo (relación simbiótica con otras plantas; por ejemplo, muérdago, musgo, etc.).
- 3) Dificultad para germinar, para encontrar las semillas, para trasplantar, etc., lo que no justifica el tiempo y los costos involucrados en tratar de cultivar la planta (por ejemplo, *Baptista tinctoria*).
- 4) La cantidad que se requiere de la planta es demasiado exigua como para justificar los costos económicos del cultivo.

- 0.2 El ambiente. Los recolectores involucrados en la producción de plantas deben asegurar que evitan causar daños al hábitat existente.

La recolección silvestre de plantas medicinales y aromáticas con frecuencia provoca situaciones negativas, especialmente en los países en vías de desarrollo, porque puede ser causa de:

- 1) Extinción de especies en particular en algunas zonas, debido a la sobreexplotación.
- 2) Extinción de algunas poblaciones genéticas poco frecuentes.
- 3) Destrucción de la planta entera, debido al descuido y la inexperiencia del recolector, cuando en la mayoría de los casos es suficiente cosechar sólo una parte de ella.
- 4) Confusión (debido a ignorancia o a mala fe) en la recolección de especies diferentes que a primera vista lucen similares.

- 0.3 Calidad. Las presentes pautas para las Prácticas Adecuadas de Recolección Silvestre entregan estándares adicionales para la producción y el procesamiento de materias primas vegetales, enfocándose en la identificación de aquellas etapas críticas que requieren satisfacer altos criterios de calidad.

A este respecto, las Pautas buscan minimizar la ocurrencia de baja calidad a través de la prevención.

A continuación se expone una lista de problemas que se deben evitar en la recolección silvestre de plantas medicinales y aromáticas:

- 1) Alto porcentaje de materiales extraños, como suelo y partes de plantas medicinales y aromáticas no incluidas en la especificación y descripción del material vegetal de interés.
- 2) Residuos de fertilizantes, pesticidas, metales pesados, etc., que puedan ser utilizados en cultivos o unidades industriales aledañas al área de recolección.
- 3) Infección microbiológica, debido a la carencia de normas de higiene personal y ambiental en las distintas etapas de la recolección, deshidratado, envasado y transporte.

0.4 Higiene. Uno de los objetivos principales de estas pautas es asegurar que el material vegetal cumpla con las demandas del consumidor y con los estándares más altos de calidad. Algunos aspectos especialmente importantes se refieren a que las plantas:

- se producen en forma higiénica, con el fin de minimizar la contaminación microbiológica
- se producen en forma adecuada, de manera que se limitan los impactos negativos que las afectan durante la recolección, procesamiento y almacenamiento.

Ya que las plantas medicinales y aromáticas se encuentran expuestas, en el transcurso de la producción, a un gran número de contaminantes, el principal objetivo de estas pautas es entregar una guía para la recolección con el fin de reducir al mínimo la contaminación del material vegetal.

0.5. Implementación. Se requiere de todos los participantes en el proceso de producción (desde recolectores hasta comercializadores), el compromiso voluntario de estas pautas y la elaboración de medidas prácticas para realizarlas.

Estas pautas deben ser observadas por productores, comercializadores y procesadores de plantas medicinales y aromáticas, especialmente de productos como té herbales y medicamentos. Cada compañía involucrada en el procesamiento debe reunir toda la documentación que le concierna (Registros de Lotes, Batch Records), con el fin de mantener la trazabilidad del proceso de producción. La información más importante acerca de cada lote debe siempre seguir al material en algún documento (registro o etiqueta).

1. PERSONAL E INSTALACIONES

- 1.1 El personal (especialmente el recolector) debe contar con una capacitación adecuada, con el fin de identificar las plantas a recolectar y conocer sus características morfológicas y los factores ambientales necesarios para el crecimiento de la planta (como sombra, humedad, tipo de suelo, etc.).
- 1.2 El recolector debe distinguir inequívocamente la planta a recolectar de otras similares, con el fin de evitar mezclas indeseadas.
- 1.3 El personal involucrado debe estar en conocimiento de las mejores técnicas para la recolección, procesamiento, deshidratado y conservación, de manera de garantizar la mejor calidad posible de producto.
- 1.4 Al personal que maneje el material vegetal se le debe exigir un alto grado de higiene personal (incluyendo al personal que trabaje en terreno) y debe haber recibido un entrenamiento adecuado en lo que se refiere a sus responsabilidades de higiene.
- 1.5 Las personas que padezcan enfermedades infecciosas transmisibles por vía de la alimentación, incluyendo diarrea, o que sean transmisores de estas enfermedades, deben ser suspendidas de las áreas en donde se encuentren en contacto con el material vegetal, de acuerdo con las regulaciones respectivas.
- 1.6 Personas con heridas abiertas, inflamaciones o infecciones de la piel deben ser suspendidas de las áreas en donde se realiza el procesamiento, o deben utilizar las vestimentas o guantes protectores adecuados, hasta su recuperación completa.
- 1.7 El personal debe ser protegido del contacto con material vegetal tóxico o potencialmente alergénico, mediante las vestimentas protectoras adecuadas.
- 1.8 Se debe asegurar el bienestar de todo el personal involucrado en la recolección y el procesamiento.
- 1.9 El grado de conocimiento del recolector debe ser periódicamente verificado por una persona competente, puesta a cargo por la organización recolectora. El desarrollo del conocimiento de las personas debe ser notificado en forma escrita.
- 1.10 Todos los procedimientos de operación deben hallarse completamente conformes con las Pautas Europeas de Higiene de los Alimentos y con los Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex Alimentarius, así como con

la Directiva Europea de Prácticas Adecuadas de Manufactura (Good Manufacturing Practice, GMP).

2. RECOLECCIÓN

- 2.1 La recolección debe realizarse cuando las plantas se encuentren en la mejor calidad posible, según sus diferentes usos.
- 2.2 La cosecha debe realizarse preferentemente bajo las mejores condiciones posibles (suelos húmedos, rocío o humedad ambiental excepcionalmente alta pueden ser desfavorables). Si la cosecha se lleva a cabo en condiciones húmedas, se debe poner especial cuidado en evitar la influencia desfavorable de la humedad.
- 2.3 El equipamiento debe encontrarse limpio y trabajando en forma técnicamente perfecta. Aquellas partes de la maquinaria, incluyendo el lugar donde se guarda, que tienen contacto directo con el material cosechado, deben ser aseadas regularmente y mantenidas libres de aceite y otros contaminantes.
- 2.4 El daño mecánico de las plantas debe ser evitado, puesto que reduciría la calidad del producto (por ejemplo, causando pérdidas de aceites esenciales).
- 2.5 Los mecanismos de corte de las cosechadoras deben ser ajustados de manera que la recolección de partículas de suelo pueda ser reducida al mínimo.
- 2.6 El tiempo entre la cosecha y el deshidratado de las plantas debe ser muy corto, con el fin de evitar el daño del producto en su calidad y en su contenido microbiológico.
- 2.7 Las plantas recolectadas deben ser protegidas de pestes, ratones/roedores y animales domésticos. Las medidas adoptadas para el control de pestes deben ser documentadas.
- 2.8 Se debe evitar la recolección excesiva, con el fin de prevenir la posible extinción de las plantas en la zona de recolección.
- 2.9 Las partes botánicas medicinales obtenidas a partir de especies en peligro de extinción (CITES, Convención para el Comercio Internacional de Especies en Peligro de Extinción de Fauna y Flora) no deben ser recolectadas, a menos que una autoridad competente haya entregado su autorización.

- 2.10 La organización responsable de la recolección debe tener a una persona a cargo, con el fin de controlar la correcta identificación de las plantas recolectadas y de revisar la conformidad del procesamiento de acuerdo con los párrafos 2.1. a 2.9.
- 2.11 La organización a cargo de la recolección debe certificar, por escrito y para cada especie, los datos generales acerca de la zona de recolección, incluyendo la descripción del hábitat, clima, tipo de suelo y otros datos que tengan influencia en la calidad del producto.
- 2.12 La organización a cargo de la recolección debe certificar, para cada especie, la fecha de recolección y las características de calidad y pureza de cada producto enviado desde la zona de recolección a las instalaciones de deshidratado y procesamiento.
- 2.13 Cada carga de material vegetal recolectado debe ser homogénea, considerando homogéneo un material vegetal en un área definida, durante el mismo período de recolección y con las mismas características de pureza y calidad. Debe ser etiquetado convenientemente y acompañado de certificación escrita, según los párrafos 2.11 a 2.12.
- 2.14 La persona a cargo de controlar el proceso (ver párrafo 2.10) debe ser capacitada acerca de la identidad, calidad y pureza de las plantas recolectadas, y debe firmar la documentación requerida en los párrafos 2.11 y 2.12, aceptando la responsabilidad.

3. DESHIDRATADO Y PROCESAMIENTO

- 3.1 El cultivo cosechado debe ser prontamente descargado y desempacado luego de su llegada a las instalaciones donde será procesado. Antes del procesamiento, el material no debe ser expuesto en forma directa al sol (excepto en el caso en que esto sea una necesidad específica; por ejemplo, para destilación) y debe ser protegido de la lluvia.
- 3.2 Los edificios usados en el procesamiento de cultivos cosechados deben ser limpios y bien aireados, y nunca deben ser utilizados para otros fines (establos para ganado, etc.).
- 3.3 Los edificios deben ser contruidos de manera de proporcionar protección al cultivo cosechado contra pájaros, insectos, roedores, así como contra animales domésticos. En todas las áreas de almacenamiento (incluyendo

almacenamientos de empacados) y de procesamiento se deben implementar medidas adecuadas de control de plagas, como trampas, trampas de feromonas y dispositivos eléctricos para la eliminación de insectos, que deben ser operados y mantenidos por personal de planta calificado o por contratistas.

- 3.4 El equipamiento de proceso debe ser mantenido limpio y se le debe realizar mantención regularmente.
- 3.5 En el caso de deshidratado natural al aire libre, el material debe ser distribuido en una capa fina. Con el fin de asegurar la circulación ilimitada del aire, los bastidores de deshidratado deben situarse a suficiente distancia desde el suelo. Con el fin de evitar la formación de moho se debe tratar de realizar un deshidratado uniforme del material vegetal.
- 3.6 Excepto en el caso de deshidratado natural al aire libre, las condiciones (es decir, temperatura, duración, etc.) deben ser seleccionadas tomando en consideración el tipo de material (por ejemplo, raíz, hoja o flor) y el contenido de principios activos (por ejemplo, aceites esenciales y otros) de la droga cruda a ser producida.
- 3.7 En el caso de utilizar un deshidratador es importante monitorear la temperatura en su interior durante el proceso.
- 3.8 Cuando se deshidrate con combustibles, los vahos agotados no deben reutilizarse para deshidratado directo. El deshidratado con gases en forma directa no debe ser permitido, excepto con butano, propano o gas natural.
- 3.9 Se debe evitar el deshidratado en el suelo o en exposición directa a la luz solar, a menos que se requiera para una planta en particular.
- 3.10 Todo el material vegetal debe ser inspeccionado con el fin de eliminar productos bajo estándar y elementos extraños.
- 3.11 Las cargas provenientes de diferentes áreas se mezclarán sólo si se garantiza que los materiales son similares desde todo punto de vista (botánico y químico).
- 3.12 Estos procedimientos de mezcla deben ser documentados por escrito.
- 3.13 Los contenedores para basura deben estar claramente marcados y deben mantenerse listos, vaciarse diariamente y ser limpiados.
- 3.14 Con el fin de protegerlo y mantenerlo libre del riesgo de ataques de plagas, el producto debe ser prontamente envasado.

- 3.15 La organización responsable del deshidratado y procesamiento debe poner una persona a cargo, con el fin de controlar la conformidad del procesamiento según los párrafos 3.1 a 3.12.
- 3.16 La organización a cargo del deshidratado y procesamiento debe certificar en forma escrita y para cada carga, los datos generales acerca de las condiciones de proceso y otros datos que tengan influencia sobre la calidad del producto.
- 3.17 La persona a cargo de controlar el procesamiento (ver párrafo 3.15) debe firmar la documentación requerida en el párrafo 3.16, aceptando la responsabilidad.

4. ENVASADO

- 4.1 Después de control repetitivo y de la eventual eliminación de material de baja calidad y elementos extraños, el producto debe ser envasado en sacos, bolsas o cajas, limpias y secas, preferentemente nuevos.
- 4.2 Todos los lotes deben ser etiquetados de forma que no admita ambigüedad (por ejemplo, mediante la aplicación de un número de lote). Esto debe realizarse tan pronto como sea posible. Se debe llevar un Registro de Envasado de Lote para cada lote o parte de él que sea procesado.
- 4.3 La etiqueta debe ser clara, fijada permanentemente y confeccionada en material no tóxico. Cada envase debe ser etiquetado. La información incluida en la etiqueta debe estar conforme con las regulaciones europeas y nacionales acerca del etiquetado.

Las etiquetas de cada envase deben indicar:

- a) Nombre común y científico de la planta (especialmente remarcado)
 - b) Partes usadas (especialmente remarcado)
 - c) Nombre y dirección del productor (especialmente remarcado)
 - d) Número de lote (especialmente remarcado)
 - e) Técnica de conservación
 - f) Indicación de peligrosidad
 - g) Modalidades de envasado y transporte
- 4.4 Los materiales para envasado deben ser almacenados en un lugar limpio y seco, que debe hallarse libre de plagas e inaccesible para ganado y animales domésticos. Se debe garantizar que no se producirá contaminación del pro-

ducto debido al uso del material de envasado, particularmente en el caso de bolsas de fibras.

- 4.5 El material de envasado reutilizable debe ser bien aseado y perfectamente seco antes de su uso. Se debe garantizar que no ocurrirá contaminación debido a las bolsas reutilizadas.

5. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

- 5.1 Los materiales deshidratados envasados y los aceites esenciales deben ser almacenados en un edificio seco, bien aireado, en el cual las fluctuaciones diarias de temperatura sean limitadas y se entregue una buena aireación.
- 5.2 Como protección contra pestes, pájaros, roedores y animales domésticos, las aberturas de ventanas y puertas deben hallarse protegidas, por ejemplo, con mallas metálicas.
- 5.3 Se recomienda que el material envasado sea almacenado:
 - en edificios con suelos fáciles de limpiar, de concreto u otros materiales similares,
 - en camas,
 - a distancia suficiente de la pared,
 - bien separado de otras cargas del mismo material, con el fin de evitar contaminación por mezclado y confusión.
 - los productos orgánicos deben ser almacenados separadamente
- 5.4 En el caso de transporte a granel, es importante asegurar condiciones de sequedad y, además, con el fin de reducir el riesgo de formación de moho o de fermentación, es muy aconsejable el uso de contenedores aireados. Como alternativa, se recomienda el uso de vehículos de transporte suficientemente aireados y otras instalaciones aireadas. Se deben respetar las regulaciones nacionales y europeas respecto al transporte.
- 5.5 La fumigación contra el ataque de pestes se debe realizar sólo en caso de necesidad, y debe ser llevada a cabo exclusivamente por personal capacitado. Sólo se deben usar productos químicos registrados. Toda fumigación contra el ataque de pestes debe ser reportada en la documentación.
- 5.6 Si el tratamiento es indispensable, después de la operación se deben controlar todos los posibles residuos químicos en el material tratado.

- 5.7 Para la fumigación de graneros sólo se deben usar sustancias permitidas, de acuerdo con las regulaciones nacionales o europeas y el tratamiento debe ser registrado en la documentación.
- 5.8 Cuando se utiliza almacenamiento en frío o vapor saturado en el control de plagas, la humedad del material debe ser controlada después del tratamiento.

6. EQUIPAMIENTO

- 6.1 El equipamiento utilizado en la recolección y el procesamiento debe ser fácil de limpiar, con el fin de eliminar el riesgo de contaminación.
- 6.2 Toda la maquinaria debe ser almacenada en lugares de fácil acceso. Se les debe realizar limpieza y mantención periódicas.
- 6.3 Se debe preferir equipamiento que no sea de madera, a no ser que la tradición así lo demande. Cuando se utilicen equipos de madera (como, por ejemplo, camas, tolvas, etc.), no deben entrar en contacto directo con químicos ni con materiales contaminados/infectados, de manera de prevenir la contaminación del material vegetal.

7. DOCUMENTACIÓN

- 7.1 Todos los materiales iniciales y etapas de procesamiento deben ser documentados, incluyendo la localización de la zona de recolección.
- 7.2 Todos los procesos y procedimientos que puedan tener un impacto en la calidad del producto deben ser ingresados a la documentación de la carga.
- 7.3 Todos los acuerdos (pautas de producción, contratos, etc.) entre productor y comprador deben ser puestos por escrito.
- 7.4 La Documentación del Lote (Batch Documentation) y el Registro (Way Bill) certifican que la recolección y la producción se realizaron de acuerdo con las pautas GWP.
- 7.5 Los resultados de las auditorías deben ser documentados en un Informe de Auditoría (copias de todos los documentos, hojas técnicas, informes de auditorías, informes de análisis), que será guardado por un mínimo de 5 años.

8. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Los acuerdos entre productores y compradores de plantas medicinales y aromáticas en relación a la calidad (por ejemplo, principios activos y otros ingredientes característicos, aspecto botánico, contenido microbiológico, residuos de productos para la protección de las plantas y de metales pesados), deben basarse en especificaciones nacionales o internacionales reconocidas, y deben ser puestos por escrito.

9. AUDITORÍAS INTERNAS

Se deben conducir auditorías internas con el fin de monitorear la implementación y el cumplimiento de los principios de las Prácticas Adecuadas de Agricultura, y para proponer las acciones correctivas necesarias.

- 9.1 Asuntos de personal, premisas, equipamiento, documentación, producción, distribución del control de calidad de productos de plantas medicinales, medidas para el manejo de reclamos y quejas, y las mismas auditorías internas, deben ser examinados regularmente, siguiendo un programa pre-establecido, con el fin de verificar su conformidad con los principios del Aseguramiento de Calidad.
- 9.2 Las auditorías internas deben ser conducidas en forma independiente y detallada por personas competentes designadas por la empresa. Auditorías independientes realizadas por expertos externos pueden resultar útiles.
- 9.3 Todas las auditorías internas deben ser registradas. Los informes deben contener todas las observaciones hechas durante las inspecciones y, cuando sea aplicable, proposiciones de acciones correctivas. Las declaraciones respecto de las acciones tomadas subsecuentemente también deben ser registradas.

10. CONCLUSIÓN

Las presentes pautas son el primer intento de describir algunos procedimientos, que deben ser seguidos en la recolección silvestre de plantas medicinales y aromáticas. Están abiertos a todo tipo de modificación, particularmente sobre la base de experiencias directas de los productores, a quienes les solicitamos cordialmente que colaboren en este proyecto, con el fin de mejorar este texto.

El objetivo de observar estas Prácticas Adecuadas de Recolección Silvestre es garantizar la calidad y la cantidad de las plantas recolectadas.

La Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Ministerio de Agricultura, tiene la función de fomentar y promover la transformación de la agricultura y la economía rural del país, favoreciendo la adopción de innovaciones que contribuyan a fortalecer la competitividad a lo largo de toda la cadena de producción.

Para ello proporciona financiamiento, impulsa y coordina iniciativas, programas o proyectos orientados a incorporar innovación en los procesos productivos y de transformación en las áreas agrícola, pecuaria, forestal y dulceacuícola con los objetivos de:

- aumentar la calidad, la rentabilidad y la competitividad de la agricultura
- diversificar la actividad sectorial
- incrementar la sustentabilidad de los procesos productivos
- promover el desarrollo de la gestión agraria

En este marco, FIA estimó oportuno impulsar la elaboración del presente documento, que busca contribuir a impulsar el desarrollo competitivo del rubro Plantas Medicinales y Aromáticas en Chile.