



CORREDOR
TECNOLÓGICO
AGROINDUSTRIAL
BOGOTÁ Y CUNDINAMARCA

BB CAMARA
DE COMERCIO DE BOGOTÁ
Por nuestra sociedad

57096

Menta

(*Mentha spp.*)

PRODUCCIÓN Y MANEJO
POSCOSECHA



22867

 UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

 **Corpoica**
Organismo Especializado en Investigación Agropecuaria

 **MEGA**
MERCADO ESPECIALIZADO DE GESTIÓN AGROINDUSTRIAL



22067

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

30 ENE. 2011 57096



Menta

(*Mentha* spp.)

PRODUCCIÓN Y MANEJO POSCOSECHA

Carmen Rosa Bonilla Correa, I.A. M.Sc.
Mónica Rosa Guerrero, I.A.

DICIEMBRE DE 2010



Boniña Correa, Carmen Rosa; Guerrero, Mónica Rosa / *Menta* (*Mentha* spp.) producción y manejo poscosecha. Colombia. Corredor Tecnológico Agroindustrial, Cámara de Comercio de Bogotá. 2010. 100 p.

Palabras clave: MÉTODOS DE PROPAGACIÓN, PRÁCTICAS DE CULTIVO, MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS, MANEJO DEL RIEGO, MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN, INFRAESTRUCTURA PARA COSECHA Y POSCOSECHA, COSTOS DE PRODUCCIÓN.



PROYECTO DE COOPERACIÓN DE DESARROLLO, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
EN EL MARCO DE LA ESTRATEGIA AGROINDUSTRIAL DE BOGOTÁ Y CUNDINAMARCA

© Corredor Tecnológico Agroindustrial
Cámara de Comercio de Bogotá
Universidad Nacional de Colombia

ISBN: 978-958-719-641-2
Primera edición: Diciembre de 2010
Tiraje: 300 ejemplares

Producción editorial:
Diagramación, impresión y encuadernación



www.produmédios.org

Diseño: *Danubio*

Corrección de estilo: SUSANA NIÑA GIL

Impreso en Colombia
Printed in Colombia

BIBLIOTECA AGROINDUSTRIAL DE COLOMBIA	
Compra <input type="checkbox"/>	Donación <input type="checkbox"/>
Ganje <input type="checkbox"/>	Deposito Legal <input checked="" type="checkbox"/>
Procedencia: CORPOICA	
Fecha: 01 ENE. 2011 \$25000	



PROYECTO DE COOPERACIÓN DE DESARROLLO, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
EN EL MARCO DE LA ESTRATEGIA AGROINDUSTRIAL DE BOGOTÁ Y CUNDINAMARCA

Directora

CARMEN ROSA BONILLA CORREA - I.A., M.Sc.

Profesora Asociada - Facultad de Agronomía - Universidad Nacional de Colombia

Coordinadora Área Hierbas Aromáticas

CARMEN ROSA BONILLA CORREA - I.A., M.Sc. - Universidad Nacional de Colombia

Profesional Especialista Cultivo de Menta

MÓNICA ROSA GUERRERO - I.A.

COLABORADORES

MIGUEL ÁNGEL VALENZUELA MAHECHA - I. Agr. M.Sc.

Especialista en Poscosecha e Infraestructura

GUILLERMO ALFREDO PAREDES ZAMBRANO - Economista M.Sc.

Especialista en Economía Agraria

FABIO ERNESTO MARTÍNEZ MALDONADO - I. Agr.

Asesor Documental

DIANA MILENA VELÁSQUEZ - I. Ind.

Asesora MEGA, Cámara de Comercio de Bogotá

JUAN CARLOS LESMES SUÁREZ - I. Agr.

Coordinador Técnico-Administrativo

DIANA CAROLINA GACHETÁ SÁNCHEZ

Estudiante I.A., Auxiliar de Campo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
MOISÉS WASSERMAN LERNER
Rector

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE (SENA)
DARIO MONTOYA MEJÍA
Director General

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA (CORPOICA)
JUAN LUCAS RESTREPO IBIZA
Director Ejecutivo

CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ (CCB)
CONSUELO CALDAS CANO
Presidenta Ejecutiva

MARÍA ISABEL AGUDELO VALENCIA
Vicepresidenta de Competitividad Empresarial

COMITÉ DIRECTIVO DEL CORREDOR TECNOLÓGICO AGROINDUSTRIAL
JESÚS ALBERTO VILLAMIL MARTA, Director Ejecutivo
Claudia Marcela Fonseca, representante Universidad Nacional de Colombia
GUILLERMO RICARDO VARGAS, representante SENA
DIEGO ARISTIZABAL, representante CORPOICA

COMITÉ TÉCNICO DEL CORREDOR TECNOLÓGICO AGROINDUSTRIAL
GONZALO MEJÍA ORTEGA, Decano Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia
IWÁN ALONSO MONTOYA R., Decano Facultad de Agronomía, UNAL
JAIME SALAZAR, Delegado Decano Facultad de Ingeniería, UNAL
CARLOS ALBERTO HERRERA HEREDIA, delegado CORPOICA
GUSTAVO OCTAVIO GARCÍA GÓMEZ, delegado CORPOICA
GERMÁN DAVID SÁNCHEZ LEÓN, delegado CORPOICA
FABIO QUIMBAYA PIÑA, delegado SENA
RAFAEL FLÓREZ FAURA, delegado SENA

PRESENTACIÓN

El Corredor Tecnológico Agroindustrial (CTA) es una iniciativa de la Universidad Nacional de Colombia, Corpoica y el Sena, a través de la cual se disponen recursos humanos y financieros para apoyar actividades de innovación, desarrollo y transferencia tecnológica para las cadenas hortícola, frutícola, aromática y láctea, en alianza con productores y empresarios de la región.

El Corredor Tecnológico Agroindustrial y el Modelo Empresarial de Gestión Agroindustrial -MEGA-, liderado por la Cámara de Comercio de Bogotá -CCB- firmaron el convenio de cooperación 4600002611/2008 para el desarrollo del proyecto "Cooperación de desarrollo, innovación y transferencia tecnológica en el marco de la estrategia agroindustrial de Bogotá y Cundinamarca".

Uno de los objetivos del proyecto fue la elaboración de documentos técnicos que contribuyan al mejoramiento de la competitividad de los empresarios de la región, a través de la incorporación de mejores prácticas de producción y el cumplimiento de la normatividad de los mercados nacionales e internacionales.

Como resultado, se presenta este documento que integra tanto el conocimiento de las tecnologías actualmente utilizadas en los sistemas productivos en el departamento de Cundinamarca como una revisión de literatura sobre el tema. La tecnología regional se levantó mediante estudios de caso en diez unidades productivas representativas del cultivo en la región. A cada una de las unidades productivas se les realizó un estudio detallado de la tecnología aplicada a lo largo del desarrollo del cultivo, por medio de visitas periódicas. En éstas se recolectó la información sobre prácticas de cultivo, manejo del agua y fertilización, manejo fitosanitario, manejo cosecha y poscosecha y costos de producción. Simultáneamente se aplicaron sistemas de monitoreo de los principales problemas fitosanitarios limitantes y se complementaron con identificación de invertebrados plaga y microorganismos patógenos, cuando se consideró indispensable. Adicionalmente se realizaron análisis de laboratorio de suelos, análisis físico-químico del agua, análisis microbiológico de aguas y límite máximo de residuos (LMR).

Con la información anterior, se escribió el presente documento, el cual fue analizado en mesas de trabajo conjuntas con técnicos y productores y revisado por expertos en el cultivo y en las diferentes áreas de la agronomía.



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
1. GENERALIDADES	11
1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	11
1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	11
1.3 PROPIEDADES Y USOS	13
1.4 ECOFISIOLOGÍA	15
2. MANEJO AGRONÓMICO	16
2.1 PROPAGACIÓN	16
2.1.1 Propagación por división de plantas o estolones	18
2.1.2 Propagación por esquejes enraizados	18
2.2 SIEMBRA DIRECTA	24
2.3 PREPARACIÓN DEL SUELO	26
2.3.1 Laboreo o mecanización del suelo	27
2.3.2 Labranza mínima	27
2.3.3 Muestreo y diagnóstico sanitario del suelo	29
2.3.4 Aplicación de enmiendas	29
2.3.5 Desinfección del suelo	31
2.3.6 Trazado y distancias de siembra	31
2.3.7 Otras labores de preparación	32
2.4 TRANSPLANTE	32
2.4.1 Fertilización y biofertilización del trasplante	34
2.5 LABORES CULTURALES	34
2.6 MANEJO DEL AGUA DE RIEGO	36
2.6.1 El agua de riego	40
2.7 MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN	46
2.7.1 Diagnóstico nutricional	48

2.8 MANEJO FITOSANITARIO INTEGRADO	53
2.8.1 Artrópodos plaga más frecuentes en el cultivo de menta	53
2.8.2 Enfermedades más frecuentes en el cultivo de menta	62
2.8.3 Manejo de arvenses	67
2.8.4 Estrategias de diagnóstico y evaluación de plagas	68
3. COSECHA Y POSCOSECHA	73
4. COSTOS DE PRODUCCIÓN	89
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	94

INTRODUCCIÓN

Las mentas (*Mentha piperita* L., *M. arvensis* L., *M. spicata* L. y otras) son especies herbáceas perennes que contienen aceites esenciales y tienen demanda en la industria cosmetológica, condimentaria y medicinal (Darré et al., 2004). Pertenecen al grupo de las aromáticas y condimentarias, importantes en la producción agropecuaria de Colombia y particularmente en el comercio internacional, pues la exportación de estos productos ha aumentado considerablemente en los últimos años (ICA, 2006).

Gracias al aumento sostenido en la demanda de productos saludables y naturales, el mercado mundial de hierbas aromáticas y especias se encuentra en expansión; los principales exportadores son India y China y los importadores de mayor demanda son Estados Unidos, Alemania y Japón; en el 2006 se comercializaron en el mundo 2.616,974 t de estos productos, los cuales generaron un movimiento de divisas de 4.423 millones de dólares (Ministerio de Economía y Producción de Argentina, 2007). El comercio internacional de aromáticas crece a una tasa sostenida superior al 2% anual. Entre las principales causas de este fenómeno se hallan: el incremento de la población, los volúmenes de elaboración de comida rápida, la demanda de alimentos sin presencia de saborizantes, aditivos y/o conservantes sintéticos, la sustitución de la sal y el azúcar de los alimentos y el auge de las comidas étnicas.

Mundialmente los principales productores de menta son: India (78%), China (10%), Brasil (8%) y Estados Unidos (4%). En Latinoamérica los principales países son: Argentina, Perú, Ecuador, México y Colombia (CCI, 2004). En Colombia la producción, se concentra en Cundinamarca (80%), Tolima (10%), Antioquia (9%) y Valle del Cauca (1%) (Bareño y Clavijo, 2006).

El principal mercado de la menta es la producción de aceite esencial. India es el productor y exportador más grande de menta, cultiva cerca de 8 especies, de las cuales tres especies son exportadas, con producciones cercanas a los 26 mil millones de t y 16 mil millones de t de aceite.

En Colombia, el mercado de la menta depende de la demanda; participa con el 11% de las exportaciones de plantas aromáticas (Echeverri y Forero, 2007); en Cundinamarca corresponde a una de las hierbas aromáticas de mayor venta en el

mercado interno. La producción de menta con calidad de exportación requiere la adopción de buenas prácticas agrícolas, que involucren el manejo sostenible de los recursos para la producción del cultivo, incluidos los aspectos de agua, suelo y fertilización (Pedraza y Henao, 2008). Con calidad, volumen, continuidad y precios competitivos, los productores colombianos han abierto un nuevo camino hacia las exportaciones, a pesar de las dificultades de la comercialización del producto en fresco, especialmente durante los meses de verano, cuando los países importadores prefieren su propia producción (Bareño, 2006).

El mayor obstáculo para ingresar hierbas aromáticas, incluyendo menta a Europa son las normas sanitarias y fitosanitarias, la inocuidad, el uso de pesticidas aprobados y también los límites máximos de residualidad (LMR). El tema es complejo porque no se ha estudiado hasta el momento el uso de productos químicos en estas especies, y por ser mercados pequeños no es claro que algún laboratorio se interese por investigar (Dínero, 2007).

Colombia como productor de hierbas aromáticas tiene por objetivo posicionarse en el mercado internacional ofreciendo un producto de excelente calidad, bajo un esquema de agricultura limpia de acuerdo con las normas internacionales que cada día refuerzan la importancia de producir comida sana. Las empresas colombianas del sector están en el proceso de crear la asociación colombiana de ingredientes naturales para la industria cosmética, farmacéutica y alimenticia (Nativa) con el fin de proyectar estos productos a otros mercados. Están comprometidas con un trabajo que proteja los ecosistemas y dé un trato justo a los trabajadores, es decir, un trabajo sostenible y con comunidades pequeñas.

1. GENERALIDADES

1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La menta (*Mentha spicata* L.) es un híbrido normalmente estéril de la menta de agua (*M. aquatica* L.) y la menta verde (*M. spicata* L.), se encuentra en forma silvestre en el centro y sur de Europa. Otras especies de menta son originarias de Europa y Asia, algunas usadas desde hace milenios. Los cultivares de Asia Tropical derivan siempre de mentas silvestres y no están, por lo tanto, relacionadas botánicamente de manera próxima a la menta europea, aunque sí lo están en su valor culinario (Universidad de Graz, 2009).

Según Sánchez *et al.* (1996), ocasionalmente se produce espontáneamente en las regiones templadas de Europa; por su riqueza en componentes aromáticos se cultiva artificialmente desde el siglo XVII, cuando por primera vez se cultivó en Inglaterra. Dada su esterilidad, se reproduce casi exclusivamente por propagación vegetativa a partir de rizomas subterráneos, que llega a ser excesiva. Se ha naturalizado con facilidad y hoy es posible encontrarla en zonas templadas de ambos hemisferios.

1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según la Bay Science Foundation (2009) y aceptado por la Royal Horticultural Society (RHS), citando a los respectivos clasificadores, la menta pertenece al orden: Lamiales, familia: Lamiaceae, subfamilia: Nepetoideae, tribu: Mentheae, género: *Mentha* y especie: *spicata*. Se han reportado aproximadamente 442 especies de este género. Entre las más comunes se encuentran: *M. acuatifolia*, *M. aquatica*, *M. angustifolia*, *M. suaveolens* (Applemint), *M. aquatica x longifolia* (Peppermint).

Su taxonomía es complicada dada la alta frecuencia de hibridación, la cantidad de especies poliploides y la gradual variación morfológica, tanto intra como interespecífica; esto se agudiza aún más en los híbridos ya que algunas de las poblaciones presentan caracteres predominantes de uno u otro progenitor (Mabberley, 1997 citado por Bonzani, 2007).

La menta es una hierba anual o perenne, aromática, rizomatosa o estolonífera, cuyas hojas superiores son sésiles o subsésiles con bordes dentados, serrados o aserrados; tiene muchas flores, hojas florales similares a las hojas del tallo o reducidas a brácteas lanceoladas, flores bisexuales o femeninas. Los estambres son 4, sublinguales, bifurcados, erguidos (Bay Science Foundation, 2009).

La mayoría de los autores que abordaron el estudio y desarrollo de la morfología de la menta se han guiado por la importancia de los tricomas peltados en los diferentes géneros de Lamiáceas (Fahn, 1979, 1988; Azizian et al., 1982; Bosabalidis y Tsekos 1982; Cantino, 1990, citados por Bonzani et al., 2007), coinciden en que es una estructura básica y constante y que el único carácter variable lo constituye el número de células secretoras, siendo en general de 8. Para *M. spicata* L. se han observado hasta 12 células secretoras dispuestas en 2 círculos concéntricos.

A pesar de la variación en el número de células secretoras, los tricomas peltados son considerados el sitio primario de la biosíntesis de los aceites esenciales en la familia Lamiaceae. En menta, las células epidérmicas peribasales se observan con paredes ligeramente más cutinizadas que el tejido restante y en número variable de 9 a 14. Según Gavalas et al. (1998) (citados por Bonzani et al., 2007), estas células peribasales actúan como coadyuvante de la función secretora transportando los productos de la fotosíntesis desde el mesófilo hacia las células de la cabezuela.

Según Bonzani et al. (2007), desde el punto de vista práctico y con el fin de facilitar los controles de calidad de las especies de menta que se comercializan, se resumen los caracteres diferenciables en la siguiente clave botánica:

1. El nervio medio foliar poco emergente hacia el hipófilo; tejidos vasculares ausentes en la zona emergente hacia el hipófilo y aerénquima fuertemente desarrollado. Hojas netamente anfistomáticas (epi-e hipófilo con frecuencia estomática similar) *M. pulegium*.
- 1'. Nervio medio foliar muy emergente hacia el hipófilo; tejidos vasculares presentes en la zona emergente hacia el hipófilo y aerénquima poco o nada desarrollado. Hojas no marcadamente anfistomáticas (epifilo con escasos estomas, hipófilo con abundantes estomas).
2. Plantas glabrescentes. Aerénquima poco desarrollado.
3. Nervio medio con parénquima supraxilemático. *M. piperita*.
- 3'. Nervio medio sin parénquima supraxilemático. *M. citrato*.
- 2'. Plantas pubescentes a tomentosas. Aerénquima ausente.

3. Predominio de tricomas ramificados (bifurcados y dendríticos). Hecillo del nervio medio rodeado íntegramente por parénquima no clorofílico *M. rotundifolia*.
3. Tricomas ramificados ausentes. Hecillo del nervio medio rodeado por parénquima clorofílico y no clorofílico.
4. Nervio medio sin parénquima no clorofílico supraxilemático y con parénquima clorofílico en la zona emergente. Predominio de tricomas simples no flexuosos (indumento pubescente) *M. spicata*.
4. Nervio medio con parénquima no clorofílico supraxilemático y sin parénquima clorofílico en la zona emergente. Predominio de tricomas simples flexuosos (indumento lanuginoso) *M. arvensis*.

M. spicata se cultiva en Colombia ampliamente y existen cultivos de más de ocho años. La *M. viridis* es común en plantaciones a libre exposición; es vigorosa, de hoja más grande y más aserrada que la *M. spicata*. La *M. piperita* presenta plantas pequeñas con láminas de hojas delgadas y con un borde ligeramente morado y su producción es 50% inferior a las variedades anteriores (Bareño, 2006).

La mayoría de las labiadas acumulan terpenos y otros compuestos principalmente en las glándulas epidermales de las hojas, tallos y estructuras reproductivas; además su adaptación facilita la polinización por insectos por la forma de la flor, sus pigmentos y el néctar (Valdeyron et al., 1977).

1.3. PROPIEDADES Y USOS

Según Herbotecnia (2009), los usos y propiedades de la planta de menta se pueden clasificar en el uso de la planta, en especial sus hojas, esencia y aceites esenciales. Las hojas se utilizan por tener propiedades estimulantes, digestivas, carminativas y antisépticas; también solas o en mezclas con otras especies, tienen gran consumo en la preparación de infusiones digestivas, licorería, jarabes, alcoholatos, tinturas y elixires.

La mayoría de las especies de menta se caracterizan por una gran variedad morfológica y una alta diversidad química con respecto a los constituyentes químicos de sus aceites esenciales. La gran diferencia en la composición de sus aceites está reflejada en el número de aceites esenciales comerciales obtenidos en ellas; es así como por ejemplo, *M. spicata* tiene como principales componentes carvona y dihidrocarbona, *M. piperita*, mentona y mentol, *M. arvensis*, mentol (Espitia, 2006).

La esencia de las hojas varía con las condiciones edáficas y climáticas, la fertilización y la fecha de recolección, pero en términos generales la menta puede contener L-mentol (5% a 50%) en cantidad importante hasta la floración, que a veces esterifica en acetato de metilo, derivados del mentol (60% a 80%) como el mentofurano, poco apreciado y la mentona (15% a 30%) resultante de una oxidación del mentol, también contienen ésteres mentólicos (5% a 10%) responsables, entre otros, del gusto mentolado y refrescante, también contiene 1-8-cineol (2% a 6%), pulegona y piperitona (Pierre y Gallouin, 2006). Su esencia se utiliza en la preparación de pastillas y golosinas, en la industria licorera, en perfumería, en la preparación de líquidos, polvos y pastas dentífricas; como aromatizante en pastelería, repostería y confitería; forma parte de numerosos preparados medicinales como tabletas, tinturas, bálsamos y elixires, entre otros. En la industria de especialidades medicinales también se usa para enmascarar sabores y olores poco agradables.

El aceite de menta se utiliza para dar sabor a los medicamentos y otros productos farmacéuticos y orales como cremas dentales y enjuagues bucales. También como aromatizante en pastillas para la tos, gomas de mascar, dulces y licores sin alcohol. Su sabor agradable lo convierte en un excelente estimulante gástrico (Universidad de Oulu, 2005).

El aceite esencial producido por las especies de este género, entre cuyos componentes principales se destacan mentol, mentona y carvona, constituyen un importante recurso económico y son utilizados en la industria para la preparación de insecticidas, antisépticos, medicamentos, golosinas, confituras, licores y perfumes, entre otras; a su vez, las especies de menta son tradicionalmente usadas en la medicina tradicional en infusiones, por sus propiedades estimulantes, digestivas, carminativas, antiespasmódicas, antiinflamatorias, saporíferas, antihelmínticas. En el mercado herbolario incluso se expenden estas hierbas como droga cruda (Bonzani *et al.*, 2007).

Los aceites esenciales extraídos de las especies de menta *M. pulegium* y *M. spicata*, que contienen principalmente pulegona, mentona y carvona, se probaron para las actividades de insecticidas y genotóxicas en *Drosophila melanogaster*. El aceite esencial de estas dos plantas aromáticas mostró fuerte actividad insecticida, mientras que sólo el aceite de *M. spicata* exhibió un mutágeno. Entre los componentes estudiados, el insecticida más eficaz resultó ser pulegona, mientras que el más eficaz para la actividad genotóxica fue mentona. La toxicidad fuerte de pulegona se suprime en la presencia de mentona (Universidad de Oulu, 2005).

Mundialmente es importante la producción de aceites esenciales de las variedades *M. arvensis* y *M. piperita*, por ser los mayores productores y por ello han

sido ampliamente estudiadas. Para *M. arvensis* se reportan rendimientos de aceite esencial de 0,25% a 0,5% en peso fresco y de 1% a 3% en peso seco. El rendimiento normal de la *M. piperita* es de 0,2% a 0,3% de aceite peso fresco (Espitia, 2006).

De acuerdo con Wiersema y León (1999), se consideran mentas saborizantes *M. aquatica* L., *M. piperita* L.; para aceite esencial *M. arvensis* L. var. *Piperascens* Malinv., *M. cardiaca* J. Gerard ex Baker., *M. gentiles* Auct., *M. citrate* Ehrh., *M. piperita* L.; para aceite esencial y medicinal *M. pulegium* L., *M. spicata* L. y *M. viridis* L., para uso ornamental *M. pulegium* L., *M. requienii* Benth., *M. suaveolens* Ehrh. y *M. rotundifolia* Auct.

1.4. ECOFISIOLOGÍA

La menta es una planta que puede adaptarse fácilmente a diferentes condiciones de clima y suelo (Scora y Chang, 1997, citado por Scavroni et al., 2005), pero el rendimiento de su aceite es modificado por factores bióticos y abióticos (Veronese et al., 2001). La menta se produce con buen rendimiento en invernadero en climas fríos (2000 a 2800 msnm); sin embargo, en época de invierno, es decir, días fríos y con baja luminosidad, la producción disminuye en un 20%. La menta también se produce a libre exposición en climas fríos y medios y la variedad que mejor se adapta a estas condiciones es *M. viridis*. Bajo este esquema, en épocas de invierno las pérdidas pueden alcanzar el 70% de la producción debido al impacto de las gotas de lluvia que rompen las hojas inutilizándolas para el mercado internacional, es una planta sensible a las heladas (Bareño, 2006).

Esta especie requiere de lluvias abundantes (2.000 mm/año), bien distribuidas y elevada luminosidad, que incrementa el contenido de mentol. En zonas de clima seco debe recurrirse a riegos frecuentes. El cultivo de menta se desarrolla en gran variedad de suelos, pero los más recomendables son los suelos ligeros, areno-arcillosos, francos, humíferos, especialmente los calcáreos, que sean fértiles, profundos y bien drenados. El pH del suelo debe oscilar entre 6 y 7,5, es decir, ligeramente ácido a ligeramente alcalino. Si el suelo es arcilloso, compacto y seco, el crecimiento de la planta resulta menguado y su rendimiento en esencia disminuye (IICA, 2008).

2. MANEJO AGRONÓMICO

En este capítulo se presentan todas las actividades y procesos relacionados con el manejo agronómico del sistema productivo menta. Como característica general, es una especie sobre la que no hay desarrollos importantes relativos a técnicas de cultivo, caracterización de cultivares, ecofisiología y determinación de zonas ideales para su establecimiento.

Dada la tendencia actual, en la que todos los actores de la cadena de valor buscan productos seguros en términos de volumen, calidad e inocuidad, el productor, en su condición de actor fundamental y como director del sistema productivo, debe propiciar en su proceso de producción eventos de control que garanticen además de calidad e inocuidad, sostenibilidad ambiental, social y económica. Para esto todas las actividades y procesos deben estar enmarcados dentro de un sistema de gestión de calidad como las BPA. Para el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2008), las buenas prácticas agrícolas constituyen un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas que se aplican a las diversas etapas de la producción agrícola para garantizar la producción de alimentos sanos e inocuos. De acuerdo con las normas internacionales, las buenas prácticas agrícolas se orientan, sobre todo, al control de los peligros microbianos, químicos y físicos que podrían surgir en cualquier etapa de la producción primaria. Existe una gran variedad de normas o protocolos cuya implementación dependerá del mercado objetivo, en todo caso, la adopción de alguna de estas normas dará al productor ventajas referentes al acceso de mercados, profesionalización de su actividad y facilidad de acuerdos con clientes, entre otras ventajas competitivas.

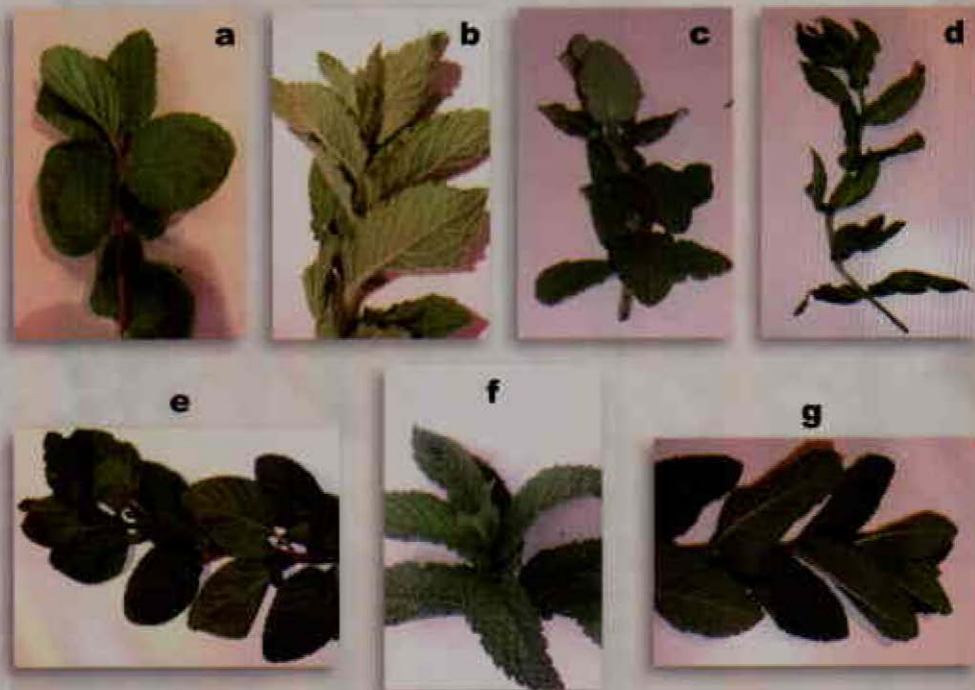
2.1. PROPAGACIÓN

La menta generalmente se propaga en forma vegetativa; son pocas las especies que son propagadas por semilla, entre estas: *M. arvensis* L., *M. pulegonium* L. y *M. spicata* L. Existen razones para la propagación vegetativa; la menta común es un híbrido que rara vez produce semillas capaces de germinar, por esta razón, la propagación se realiza exclusivamente con partes vegetativas como brotes, estolones subterráneos y rizomas (Universidad de Oulu, 2005).

Otra razón por la que su propagación se realiza de forma asexual es que a través de la semilla (forma sexual), las plantas obtenidas tendrán "variabilidad", es decir un comportamiento diferente, mientras que a través de estacas, división de plantas, acodo o estolones (formas agámicas) las nuevas plantas tendrán las mismas características de la planta que le dio origen (planta madre), que es lo que busca el productor (Universidad de Oulu, 2005).

Material de siembra

Para el establecimiento del cultivo se deben identificar los cultivares disponibles; es indispensable conocer las características fenotípicas de cada cultivar, su fenología, sus requerimientos ecofisiológicos, nutricionales y todo lo relacionado con las condiciones de crecimiento. Esta especie tiene una alta frecuencia de hibridación y por ello gran variación morfológica, en general se cultivan dos tipos de mentas principalmente, muy conocidas por los productores como menta spicata y menta virides; sin embargo, existen otras dos mezcladas con los cultivos y otras cuatro como ornamentales (figura 1).



a. *Mentha* sp., b. *Mentha suaveolens* Ehrh., c. *Mentha suaveolens* Ehrh., d. *Mentha x piperita* L.,
e. *Mentha x piperita* L., f. *Mentha* sp., g. *Mentha spicata* L.,

Figura 1 Determinación taxonómica de materiales encontrados en la Sabana de Bogotá

En la figura anterior, se muestran con las letras a) b) c) d) plantas de ornato, e) material sembrado para mercado nacional, y con las letras f) y g) material sembrado para mercado de exportación.

Se presentan dos sistemas de propagación: división de plantas o estolones y esquejes enraizados.

2.1.1. Propagación por división de plantas o estolones

Consiste en seleccionar plantas madres sanas de uno a dos años de edad, que no hayan sido atacadas por enfermedades y que tengan las características deseadas, para luego con cuidado tomar sus estolones y llevarlos al sitio de siembra uno a continuación de otro, en el fondo del surco, a una profundidad de 6 cm para luego cubrirlos con tierra (Herbotecnia, 2009).

Para llevar a cabo este proceso se deben seleccionar plantas madre sanas y homogéneas; con un palín se efectúa la división de la planta tomando los estolones con una porción de suelo y posteriormente trasladándolos al sitio de siembra en una canastilla o en una carretilla. Se debe ante todo evitar mantener los estolones mucho tiempo bajo el sol, pues se deshidratan con facilidad. Si no se pueden plantar de inmediato, deben llevarse a un lugar sombreado, ligeramente mojados y cubiertos con lonas o pasto (Herbotecnia, 2009). Se debe desinfectar la herramienta a utilizar empleando por ejemplo, N-Alkyl Dymethyl Benzyl Ammonium Chloride (2 g/L), que es una sal de amonio desinfectante, realizando la aspersion o la inmersión de la herramienta en esta solución con la mayor frecuencia posible (Proyecto CCB-CTA, 2009).

2.1.2. Propagación por esquejes enraizados

En este sistema de propagación se obtienen plantas a partir de ápices de ramas o yemas terminales tomados de la parte apical de la planta donde el contenido de auxinas es alto, lo que induce una mayor división celular y mayor posibilidad de crecimiento de raíces adventicias.

Este es el método más utilizado, en este caso deben seleccionarse los esquejes de plantas vigorosas con características deseadas para el nuevo cultivo, se puede establecer directamente en campo o en bancos de propagación.

Invernadero de propagación

Se debe tener a disposición un área protegida a donde llevar a cabo el proceso, preferiblemente un invernadero cubierto con plástico cuyas dimensiones dependerán del espacio disponible y de las necesidades del productor; en general pueden construirse invernaderos de dimensiones pequeñas o medianas (200 m² ó 500 m²). La intención fundamental del invernadero de propagación es mantener un microclima con condiciones de temperatura y humedad relativa adecuadas para el proceso de rizogénesis (crecimiento de raíces adventicias) y aislar las plantas del medio ambiente para ejercer mayor control sanitario sobre el proceso. Estas instalaciones requieren piso sólido que permita realizar labores de limpieza y desinfección continuas, adecuar los bancos de enraizamiento y una evacuación rápida del agua utilizada en humidificación, riego o lavado; una base sólida permite un manejo de la estructura de cubierta más hermético. Se debe ubicar en la entrada del invernadero un área de desinfección de calzado, empleando cal viva (figura 2) o soluciones de yodo (20 cm³/L) o hipoclorito de sodio (20% - 50%). Se debe en todo caso restringir el paso a personal no autorizado y controlar el ingreso de los trabajadores encargados del proceso.

Las estructuras de cubierta deben contar con un alto grado de impermeabilidad que permita conservar la mayor cantidad de temperatura y humedad relativa. También deben servir como barrera que permita tener un ambiente controlado evitando el ingreso de plagas y enfermedades. La rigidez de dicha estructura debe calcularse en función del material de cobertura a utilizar. El material más usado en



Figura 2 Área de desinfección de calzado con cal en invernadero de propagación

este tipo de estructuras es el metal, preferiblemente el acero galvanizado, debido a que los ambientes húmedos de las propagaciones deterioran rápidamente materiales como la madera y la guadua.

Los materiales de cobertura se seleccionan de acuerdo con la rigidez de la estructura y las características de la luz que se necesita en cada caso particular; puede ser en vidrio, metacrilatos o policarbonatos y polietileno de baja densidad siendo este último el más utilizado por su bajo precio.

Bancos de propagación

Los bancos de enraizamiento son construidos en metal en la mayoría de los casos; sin embargo se encuentran también materiales como el concreto, la madera, la guadua y los montajes con guayas o alambres a tensión; se recomienda que el productor tenga en cuenta los costos iniciales de los materiales y la disponibilidad en la zona para su selección. Cualquiera sea el material, su función es sostener las bandejas, macetas o bolsas de propagación; se debe considerar las dimensiones de estos en función de la ergonomía adecuada de los operarios y las características propias del tipo de contenedor de las plántulas, se recomienda un alto de 1 m a 1,20 m, un ancho de 1 m a 1,20 m y una profundidad de banco de 15 a 20 cm. El largo dependerá de la disponibilidad de espacio. En la base del banco se deben generar perforaciones que permitan el paso del agua, con el objeto de controlar la humedad del sustrato y así la inocuidad del proceso. Debajo del banco se debe instalar un sistema de drenaje empleando bandejas de recolección elaboradas con plástico que dirija los lixiviados generados a una canal de desagüe dentro del invernadero de propagación, esto con el fin de disminuir los encharcamientos en el piso e incrementos excesivos de humedad (figura 3).



Figura 3 Bancos de propagación empleados para la generación de plántula de menta. a, banco en madera; b, banco en guadua y madera, c, menta en proceso de enraizamiento y d, esquema de banco de propagación

Sistema de riego

Una condición indispensable para el proceso de rizogénesis es la humedad uniforme del sustrato y del ambiente, para esto debe instalarse un sistema de riego que genere una buena uniformidad y unos altos contenidos de agua en el sustrato así como una alta humedad relativa.

Los sistemas de riego aéreos como el de microaspersión y nebulización (figura 4) son ideales para generar estas condiciones. Se pueden emplear microaspersores, microaspersores invertidos o microaspersores de turbina de 25 a 50 L/h, instalados sobre las camas a una distancia de 50 a 70 cm dependiendo del caudal del emisor a emplear. El sistema de riego por nebulización resulta más adecuado por cuanto se busca que el ancho de riego no supere el ancho del banco de propagación (máximo 2 metros), aunque su uniformidad es menor que la del sistema de microaspersión. Se pueden instalar emisores cada 70 - 100 cm y a una altura de 50 - 70 cm sobre el banco, sin embargo las distancias entre microaspersores y nebulizadores varían en cada diseño de sistema de riego implementado.

El riego por manguera o poma se usa como refuerzo para dar mayor uniformidad, disminuir el efecto de bordes en zonas con mayor evaporación y mejorar las condiciones de limpieza de bancos y del invernadero en general. Sin embargo, no se recomienda emplear únicamente este sistema ya que su uniformidad depende de la pericia y habilidad del trabajador. Siempre se deben realizar aforos continuos al sistema para verificar su uniformidad y eficiencia.



Figura 4 Sistemas de riego empleados en propagación de menta. a. sistema de nebulización; b. sistema de microaspersión

Sustratos

Como sustrato puede emplearse escoria, cascarilla de arroz quemada, suelo, arena de río y turba; las proporciones son: escoria-cascarilla-suelo 1:1:1, cascarilla de arroz-suelo 1:1, arena de río-suelo 1:2 (Proyecto CCB-CTA, 2009).

El sustrato siempre debe desinfectarse antes de realizar el proceso de enraizamiento de esquejes empleando soluciones de yodo o hipoclorito de sodio al 5% - 10%. En el caso de la turba, esta deberá remplazarse por lo menos cada 6 meses. La escoria o escoria más cascarilla u otras combinaciones deberán removerse y tamizarse continuamente para evitar compactaciones y pedregosidades. Es indispensable realizar análisis microbiológicos frecuentes al sustrato para determinar la presencia de patógenos. No se debe utilizar suelo sin saber su procedencia y sin un análisis microbiológico previo, con el fin de evitar la propagación de plagas y enfermedades.

Selección de plantas madre

Dentro de la práctica de propagación, el proceso más idóneo parte de la selección de plantas madres que presenten un resaltado vigor y ningún problema sanitario en especial por enfermedades vasculares. Para esto deben realizarse monitoreos rigurosos a los lotes o camas que serán destinadas como pies de multiplicación. En el monitoreo debe evaluarse tanto índices de incidencia y severidad de enfermedades y artrópodos plaga. Se debe prestar principal atención a las enfermedades como roya y marchitamiento fúngico, ya que estas limitan en mayor magnitud al cultivo y se expresan en estados tempranos. Un control estricto y frecuente de estas enfermedades como también de artrópodos plagas presentes es un requerimiento básico para la obtención de material vigoroso. No debe obtenerse material de plantas que presenten síntomas de enfermedad ya que en el futuro estas plantas presentarán bajas productividades limitando desde tempranos estados su potencial genético.

Proceso de propagación

Una vez asegurado el material madre, se deben cortar los esquejes en horas de la mañana cuando la corriente transpiratoria es mayor y las células están turgentes, por lo cual el tejido es menos susceptible a daños mecánicos severos ocasionados por el sistema de corte. Los ápices deberán tener un tamaño entre 8 y 12 cm.

Se debe realizar el corte únicamente con tijeras de poda bien afiladas, las cuales deberán desinfectarse con una solución de yodo al 5% al pasar de una planta

madre a otra. Para esta operación se deben emplear guantes con el objeto de evitar contaminaciones en el material cortado. Posteriormente, se deben colocar los esquejes en canastillas de plástico, las cuales deben estar protegidas por sábanas de plástico limpias, para de esta forma mantener libre el material de residuos de cosechas y evitar otras contaminaciones.

Una vez en el cuarto de propagación los esquejes se humedecen para evitar o limitar la deshidratación del tejido. No debe saturarse el medio, para esto sólo se deben rociar los esquejes dentro de las canastillas con una poma o microaspersor.

Para la generación de raíces en los esquejes previamente desinfectados con yodo o hipoclorito (solución 5%-10%), se debe realizar una defoliación en los primeros 3 cm en la base y posteriormente emplear una auxina para la estimulación de raíces adventicias como ácido naftalenacético (ANA al 10%) Hormonagro®, la cual se aplica ya sea diluida en agua hasta formar una pasta saturada o en polvo sumergiendo los esquejes en el producto o cubriendo toda la zona defoliada en el polvo respectivamente; o una solución de ácido indol butírico AIB (2000 ppm) asperjado sobre la herida. La aplicación de estimulantes es fundamental para lograr una formación de raíces adventicias uniforme y en menor tiempo. El tiempo de contacto no es determinante ya que la hormona actúa en bajas concentraciones en el tejido y células. Con todas las técnicas de aplicación de auxinas se obtienen buenos resultados. Una vez adicionado el estimulante, los esquejes deben ser insertados en el sustrato en distancias de siembra en banco de 10 a 15 cm entre hileras y de 3 a 5 cm entre plantas; estas distancias se consideran recomendables ya que no interfieren con el desarrollo de las plántulas, se aprovecha el máximo espacio y al retirarlas no se daña el sistema radical; inmediatamente después de sembrados se debe abrir el sistema de riego por aproximadamente una hora o hasta obtener la saturación del sustrato.

Riego

Las aplicaciones de riego se realizan a diario, lo cual es indispensable para mantener hidratado el tejido y el callo en formación; los riegos en este periodo además de realizarse a diario deben hacerse en varios momentos en el día, esto dependerá de la disponibilidad del equipo de riego: riego por nebulización, el cual se debe utilizar cada hora durante una semana y con menos frecuencia en las siguientes semanas; riego por microaspersión (figura 5) reduciendo la frecuencia en el transcurso de las semanas, con el fin de mantener la planta hidratada.



Figura 5 Pulso de riego por microaspersión en bancos de propagación para menta

Control de plagas y enfermedades

Para evitar emplear y abusar de productos de síntesis química, semanalmente deben realizarse inspecciones al material evaluando la presencia de artrópodos plagas y enfermedades, para lo cual deberán realizarse los controles culturales oportunos como erradicación de plantas enfermas y/o muertas. Se debe prestar principal atención a la aparición de síntomas de marchitez en condiciones de saturación. Si esto ocurre, estas plantas deben extraerse con delicadeza, sin remover el sustrato y realizar la aplicación de un desinfectante ya sea yodo o hipoclorito de sodio al 5% ó 10%.

Para el control de *Botrytis* sp., se pueden realizar aplicaciones de azufre coloidal ($1,5 \text{ cm}^3/\text{L}$) al follaje de los esquejes en enraizamiento; el marchitamiento fúngico se puede controlar aplicando yodo al sustrato de enraizamiento en dosis de $5 \text{ cm}^3/\text{L}$ e inoculando *Trichoderma* sp. El control de mosca blanca, cogollero y trips puede realizarse biológicamente inoculando el sustrato con *Beauveria bassiana* (5 g/L), aplicando al follaje *Bacillus thuringiensis* ($5 \text{ cm}^3/\text{L}$) y en casos extremos químicamente empleando Deltametrina ($1 \text{ cm}^3/\text{L}$) dirigiendo la aplicación al follaje de los esquejes en enraizamiento, empleando bomba de espalda de 20 L.

2.2. SIEMBRA DIRECTA

En siembra directa, las distancias de siembra dependen de la densidad de plantas a obtener; según Bareño (2006), se necesitan aproximadamente 150 g de esquejes

de 10 cm por metro cuadrado efectivo, colocados en forma horizontal y ligeramente cubiertos con suelo; 15 días después de esta siembra se observan raíces que después de 6 semanas mostrarán plantas vigorosas y con estolones. Para este proceso, se sigue el procedimiento descrito anteriormente en la selección y preparación de los esquejes, pero para este caso los cortes pueden medir desde 10 cm hasta 20 cm de longitud; sin embargo, es recomendable que no sobrepasen los 15 cm para evitar deshidratación y daños mecánicos del tejido. El transporte de los esquejes se realiza en canastillas plásticas que pueden, según el tamaño del esqueje, albergar hasta 150 esquejes en cada una.

La siembra directa de esquejes sin enraizar se realiza en horas de la mañana con baja temperatura, para evitar la deshidratación; previo a la siembra, las camas deben estar a capacidad de campo y los surcos marcados con un hilo (figura 6).



Figura 6 Siembra directa de esquejes de menta

Tiempo de rizogénesis (generación de raíces adventicias)

El tiempo de formación de raíces y para obtener material listo para trasplante varía de acuerdo con el manejo y las condiciones de humedad y temperatura. En el

banco, los esquejes de menta permanecen de 4 a 6 semanas, al cabo de las cuales ya han formado su sistema radical y se pueden llevar a campo en forma definitiva (Proyecto CCB-CTA, 2009); el menor tiempo se logra con manejos del agua más controlados, empleando sistemas como nebulizadores con altas frecuencias de riego y variando aplicaciones de acuerdo con la condición microclimática del invernadero.

Los esquejes están listos para pasar a campo cuando el sistema radical ya está desarrollado (figura 7) para lo cual requiere según las condiciones de temperatura entre 3 y 4 semanas. Para llevar a campo se recomienda realizar una revisión técnica del material (formación del sistema radical, plagas y enfermedades) y un análisis microbiológico.



Figura 7 Esqueje enraizado listo para sembrar

2.3. PREPARACIÓN DEL SUELO

El esquema de preparación del suelo depende de la condición y características edáficas de la unidad productiva, se deben implementar estrategias que vayan en pos de la conservación de este recurso. Recordemos que la degradación del suelo comprende aquellos procesos que lo conducen a una reducción gradual o acelerada, temporal o permanente, de su capacidad productiva y/o al incremento de los costos de producción (Alfaro *et al.*, 1995).

El laboreo se realiza con los implementos y/o labores habituales en la zona; es primordial verificar la ausencia de capas densificadas subsuperficialmente (piso de arado) en caso de existir proceder al cincelado del lote, evitando así la acumulación superficial de agua. Dado el grave problema que se presenta por la invasión de las malezas es aconsejable, si es posible, iniciar el año anterior el laboreo del suelo, realizando tratamientos mecánicos y/o químicos para cortar el ciclo de las malezas, disminuir el número de propágulos del suelo y entrar al cultivo de hierbas con una mejor situación por menor competencia de malezas (Curioni y García, 2001).

2.3.1. Laboreo o mecanización del suelo

Se debe revisar qué esquema de preparación es más adecuado para el manejo de este recurso en cada unidad productiva. Amézquita (1998) recomienda que antes de decidir el sistema de laboreo que se vaya a utilizar en un determinado suelo, se haga un diagnóstico de la condición física de él evaluando sus posibilidades de soportar el desarrollo de las plantas; en minicalcatas de 40 o más centímetros de profundidad, según el tipo de suelos, cuyo número depende de la variabilidad de los suelos presentes, se deben estudiar, entre otros factores, el espesor del horizonte superficial (primera capa del suelo), la distribución y tipo de horizontes del suelo, la textura y estructura, la presencia de capas u horizontes endurecidos y su espesor, la distribución del sistema radicular de la vegetación existente y profundidad en la cual es mayor su volumen y los cambios en el contenido de humedad.

Según la condición en que se encuentre el suelo, en el presente manual se indican algunos métodos de preparación del suelo referente a la intensidad del laboreo o mecanización.

Labranza convencional

Es la de mayor intensidad, se hace para roturar el suelo y/o para descompactar capas endurecidas o densas (adensadas), así como para incorporar materia orgánica en el suelo. Se hace con implementos pesados como arados de discos, de vertedera o de cinceles, subsoladores y rastras pesadas. Es la labranza más agresiva (Jaramillo, 2002). Se realizan las siguientes actividades:

- **Mecanización profunda del subsuelo:** se realiza únicamente en terrenos donde nunca se ha laboreado, donde ha existido mucho paso de maquinaria compactando el terreno o donde se ha tenido ganado de pastoreo por periodos prolongados. Se recomienda realizarla durante la época seca con uno o dos

pases en forma cruzada. El subsolado se hace con maquinaria agrícola pesada que pueda penetrar los cincelos a una profundidad de 60 cm (Corpeño, 2004). El propósito del subsolado es eliminar la compactación del suelo, permitiendo así una mejor penetración del sistema radical y una mejor aireación y drenaje.

- o **Arado superficial:** consiste en voltear la parte superficial del suelo a profundidades hasta los 45 cm. Se puede voltear o remover el suelo, dependiendo del implemento que se utilice. Generalmente se usa el arado de vertedera o de discos. Esta práctica debe hacerla cuando el suelo tiene todavía más de 30% de humedad (Corpiño, 2004). Con el arado se ayuda a incorporar rastrojos de cultivos anteriores, se cortan residuos de especies arvenses y se genera un aporte al control de plagas de suelo.
- o **Rastreo:** esta práctica se realiza posterior al arado, debe hacerse cuando el suelo tenga una humedad suficiente que permita desmenuzar los terrones que quedan después del arado. Se puede utilizar rastrillo pesado, rastrillo pulidor o un rotovalor (Corpiño, 2004). El número de pasadas depende del tamaño de los terrones, se pueden realizar de 1 a 2 pases. En este punto se pueden incorporar las enmiendas de cal y los aportes de materia orgánica que se tengan previstas.

2.3.2. Labranza mínima

Este sistema consiste en realizar el menor número de labores posible en el suelo, de modo que se garantice, de una parte, la consecución de un área adecuada para el establecimiento de la planta, y de otra, favorecer la entrada de agua al suelo y su aireación (Jaramillo, 2002). En este sistema pueden realizarse únicamente 1 ó 2 pases con motocultor (figura 8) o rastrillos. Se debe emplear en el arreglo de camas para resiembras, también se puede realizar una preparación manual con azadón fraccionando y moviendo el suelo a una profundidad de menos de 16 cm.



Figura 8 Preparación del suelo con motocultor

Se debe realizar una nivelación de la superficie del suelo, para permitir una correcta distribución del agua en los casos de riego por surco o manto o cualquier otro sistema; incluso para los sistemas de riego que no priorizan el nivelado. Es conveniente no dejar superficies muy disparejas pues favorecen la acumulación de agua, generan encharcamientos y excesiva humedad que favorecen la proliferación de enfermedades foliares y/o radicales, el deterioro de la calidad del material a cosechar, o la muerte de las plantas por asfixia radical (Curioni y García, 2001).

2.3.3. Muestreo y diagnóstico sanitario del suelo

Es indispensable realizar un diagnóstico de las posibilidades de infección y ataque de artrópodos plaga. Primero se debe revisar la historia del lote, indagar si anteriormente se presentaron problemas sanitarios importantes, en la misma especie o en otras, y qué medidas de control se implementaron. Luego se debe realizar un análisis microbiológico del suelo mediante la toma de muestras. Adicionalmente se puede realizar un muestreo caso para chisas.

Para el muestreo microbiológico, empleando un palín o pala se debe limpiar la superficie del suelo y obtener un muestra de los primeros 20 cm de profundidad, descartando siempre el suelo que se encuentre en los bordes de la herramienta, esta muestra deberá ser guardada temporalmente en una bolsa plástica limpia y conservada en un recipiente fresco, protegiéndolo de los rayos del sol. Se debe repetir la acción en 15 puntos del lote y posteriormente las submuestras se unificarán en una o dos muestras definitivas las cuales serán llevadas al laboratorio. Las muestras deberán estar etiquetadas con el nombre del productor, predio o lote, cultivos anteriores (5 años), cultivo a establecer y sistema de riego, entre otra información. Con los resultados se obtendrá un indicador de posibles problemas de patógenos vasculares lo que puede ayudar a tomar decisiones de manejo preventivo.

Es conveniente realizar un muestro presiembra de chisas antes de la mecanización del suelo; para esto se debe recorrer el lote en zigzag o en W realizando de 5 a 8 calicatas por hectárea de 100 cm² y 30 a 40 cm de profundidad, distribuidas de manera uniforme en el lote. En cada calicata el número de chisas encontradas se debe registrar. Si el número de individuos promedio del número de muestreos excede a 5 se debe realizar control antes de la siembra. Como regla, el número chisas encontradas en el muestreo debe ser menor al número de plantas sembradas por m².

2.3.4. Aplicación de enmiendas

Terminada la labor de mecanización y si los valores de pH, nivel de aluminio (Al), calcio (Ca) y magnesio (Mg) presentados en el resultado del análisis de suelo así lo

indican, se puede realizar, por lo menos con 30 días de antelación al trasplante y después de cada ciclo productivo, la adición de enmiendas calcáreas en forma de cal dolomita o cal viva (1 a 2 kg por cama) con el objeto de mejorar la condición de pH ácido y disminuir la incidencia de plagas como cogollero y babosas (figuras 9 y 10). La cal dolomita constituye una muy buena opción, ya que se trabaja desde el aspecto de acondicionamiento de suelos al incrementar el pH, disminución de la infección por hongos patógenos e incremento de los niveles de magnesio disponible en el suelo.

La aplicación de cal es una práctica importante siempre y cuando haya necesidad de su uso; para tomar la decisión, se deberá consultar siempre a un Ingeniero agrónomo, quien determinará su conveniencia, las dosis y el tipo de fuente a emplear. En general después de cada ciclo es recomendable para el manejo de plagas como babosas y cogolleros, sin embargo, se hace necesario dosificar teniendo en cuenta el nivel de calcio excesivo que presentan algunos suelos, lo cual requiere reducir al máximo el uso de cal, ya que esta contribuye a aumentar aún más el nivel de este elemento.



Figura 9 Menta en la tercera semana del ciclo después de encalar



Figura 10 Menta en la cuarta semana del ciclo después de encalar

2.3.5. Desinfección del suelo

Simultaneo o posterior a la aplicación de cal, se debe realizar la desinfección del suelo para disminuir la presencia de hongos y chisas, empleando productos como yodo (Agrodine®) (2 a 5 cm^3/L), Diazinon (1 cm^3/L), entre otros; esta aplicación se puede realizar con bomba de 20 litros y con boquilla de inundación o aspersora semiestacionaria. Una vez desinfectado el suelo se realiza la inoculación con organismos para incrementar la carga biológica del suelo; para esto se emplea *Trichoderma* sp., microorganismos eficientes (EM), bacterias antagonistas (*Bulkholderia cepacia*) de Nematodos, hongos y otras bacterias; las labores de aplicación se hacen empleando una bomba de espalda de 20 L cuya boquilla debe dirigirse a la zona donde quedarán sembradas las plantas. Posteriormente se debe realizar un riego abundante.

2.3.6. Trazado y distancias de siembra

Posterior a la preparación del lote y el encalado, se realiza la marcación y nivelación de las naves o tablas y las camas. Las naves están conformadas por un grupo entre 8 y 10 camas, siguen el estándar de medidas del sistema de producción de flores con medidas de 6,70 m de ancho y el largo según longitud del invernadero (figura 11). Las tablas se utilizan a libre exposición según la forma del lote. El encamado es la última labor de preparación del suelo y se realiza cuando las condiciones del



Figura 11 Trazado de camas para menta

suelo y del lote lo requieren. En lotes con buen drenaje las camas pueden ser de 10 cm de altura, en terrenos con niveles freáticos muy altos (< 30 cm) y con problemas de drenaje se deben levantar las camas a más de 10 cm. Las dimensiones pueden estar entre 1 m y 1,20 m de ancho x 12 a 20 cm de alto x el largo del invernadero o lote, con distancias entre caminos de hasta 30 cm. Con esto se busca más circulación de aire, evitando microclimas que favorezcan algunas enfermedades y facilitar el desarrollo de las prácticas culturales así como la labor de cosecha sin dañar el producto por mal manejo del espacio.

2.3.7. Otras labores de preparación

Además de las labores antes mencionadas, cuando se tienen terrenos con pendientes, es necesario sembrar en curvas a nivel para evitar erosión del terreno, y cuando se tienen terrenos con problemas de inundación o terrenos no nivelados, es necesario hacer un sistema de drenaje que incluya drenes interiores y drenes recolectores, para evitar anegamientos dentro del cultivo.

2.4. TRANSPLANTE

La disposición espacial es un factor muy importante ya que determina el micro clima del terreno; la optimización de este factor puede dejar un alto rendimiento en el cultivo o puede afectarlo en la absorción de nutrientes y la exposición de la luz. La menta se caracteriza por su alta densidad poblacional; al cabo de tres meses la formación de estolones es tan prolifera que no se diferencian las plantas madres establecidas.

Como regla general se debe buscar la máxima eficiencia fotosintética y el mayor aprovechamiento de los recursos ambientales, para el caso de menta, la densidad del cultivo determina el tamaño de la hoja (Bareño, 2006). Se puede sembrar a diferentes distancias, Gowan y Willingham (1991) recomiendan 70 cm entre surco y de 20 a 30 cm entre plantas. Por otro lado, en algunas zonas productoras de Cundinamarca es frecuente encontrar distancias de 15 cm a 20 cm entre hileras por 15 a 20 entre plantas, a tresbolillo, según el ancho de las camas e incluso también sistemas donde se establecen varios tallos en hilera seguidos uno de otro, con longitud de 30 a 40 cm pero sin el ápice, ocasionando una brotación en todas las yemas y una alta densidad de plantas.

Teniendo en cuenta que la planta produce estolones y forma un colchón rápidamente, es necesario no sembrar altas densidades, ya que esto hace que se

afecte la calidad del producto (tallos largos, bajo peso, de color amarillo y sin vida útil). Se puede establecer una distancia de siembra de 20 cm entre hileras y 20 cm entre plantas, a tresbolillo (figura 12), ya que la cantidad de plantas aumenta rápidamente; para una mayor emisión de estolones, no se deben realizar podas de plántulas ni cosecharlas en forma temprana, ya que dejar las plántulas desarrollarse más tiempo (3 semanas más del ciclo aproximadamente) permite el desarrollo de más estolones.



Figura 12 Distancias de siembra empleadas en menta

Posterior al proceso de formación de las camas y determinación de las distancias de siembra, los esquejes enraizados o plántulas serán llevadas al lote o a la sección destinada en la unidad productiva. Para esto se debe realizar previamente un riego abundante con un día de antelación; en época de verano se deberá realizar un riego diario a capacidad de campo con dos días de anticipación. El trasplante se debe realizar siempre en horas de la mañana cuando la corriente transpiratoria interna de las plántulas está en un punto óptimo (es decir, sus células están más turgentes que en la tarde). Una práctica recomendable es realizar la inoculación con micorrizas arbusculares y la aplicación *in situ* de siembra de bacterias promotoras de crecimiento (PGPR) de los géneros *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., *Pseudomonas* sp., entre otras, que en el mercado se obtienen con diferentes marcas registradas. El tratamiento con este tipo de organismos aumenta la densidad y longitud de pelos radicales, la velocidad de aparición de raíces adventicias y mejora el desarrollo

radical, favoreciendo la absorción de nutrientes, así como el mayor desarrollo de la parte aérea de las plantas; de esta forma el cultivo podrá establecerse con mayor facilidad a las condiciones de su ambiente inmediato.

Se debe ubicar una persona por cada lado de la cama, quien debe hacer el hoyo para cada esqueje con ayuda de un trozo de madera con punta; es importante tener la medida de la distancia entre sitios para marcar los sitios de cada planta a establecer. Otra forma de siembra es con la ayuda de un azadón realizando surcos en cada hilera a sembrar y con un trozo de madera se mide la distancia entre plantas dejando una en cada sitio para luego tapar todo el surco y aporcar cada esqueje.

2.4.1. Fertilización y biofertilización del trasplante

Después del trasplante se puede realizar la aplicación de productos orgánicos y biológicos que den mayor oferta de nutrientes e incrementen las poblaciones de organismos benéficos. Es conveniente realizar una aplicación quincenal de *Trichoderma* sp. (5 g/L), *Beauveria* sp. (5 cm³/L), *Bacillus* sp. (5 cm³/L) o humus (10 a 15 kg m²). Es importante tener cuidado con las fuentes orgánicas, estas deben obtenerse de casas comerciales confiables y producidas por compañías que certifiquen la inocuidad del producto, de lo contrario se propiciara el incremento de organismos patógenos.

2.5. LABORES CULTURALES

La menta requiere actividades de arreglos de camas, escarificación y deshieras que pueden realizarse mediante implemento mecánico pero sólo antes de que los estolones se extiendan e inicien brotación; a partir de este momento la actividad deberá realizarse de forma manual hasta la cosecha (Herbotecnia, 2009).

El arreglo de camas para cultivos establecidos se realiza inmediatamente después de la cosecha; consiste en cortar con guadaña los tallos a nivel de la superficie del suelo o a algunos cm de este; el objeto de esta labor es bajar la cantidad de inóculo inicial de algunas enfermedades tales como roya y moho gris y la población de algunas plagas como babosas y cogolleros y, además, mantener la forma de la cama. Es recomendable al realizar esta práctica, recolectar el material y retirarlo del cultivo.

La eliminación de arvenses es fundamental debido a que algunas pueden colorear las esencias y conferir sabores extraños, disminuyendo así la calidad de la producción. La desyerba se debe hacer según la presencia de arvenses, generalmente se realiza entre la primera y cuarta semana después de la cosecha, ya sea en forma manual o con el uso de herbicidas. Pank (1990) mostró que no hubo deterioro de las

características cualitativas cuando se emplearon herbicidas selectivos a la especie. Determinó que, entre otros factores, el contenido de mentona en *M. piperita* aumentó al emplear herbicidas para el control. Sin embargo deben hacerse estudios sobre las comunidades de malezas y plagas y los mejores métodos que no sean potenciales peligros para la producción y el medio ambiente (Herbotecnia, 2009).

Aflojar el suelo compactado y fraccionar el tapete de rizomas es una labor para mejorar la aireación del suelo y reducir la densidad de plantas; esto se realiza con un azadón normal del mercado o con un azadón modificado (azadoneta) (figuras 13 y 14) o un escarificador con tres ganchos. La frecuencia de esta actividad varía entre 6 meses y dos años. Se puede emplear un escarificador en todos los ciclos, entre la tercera y cuarta semana después de la cosecha, profundizando menos de 8 cm. Esta práctica es recomendable según el suelo donde se encuentre establecido el cultivo; en suelos tendientes a compactarse es recomendable realizarlo cada dos ciclos de cultivo con un azadón y profundizando a 15 cm, esto con el fin de mejorar la aireación del suelo, teniendo cuidado de no afectar la nivelación de las camas con sistema de riego por goteo.



Figura 13 Labor de mover el suelo en las camas, con azadón

Figura 14 Azadón modificado para la labor de mover el suelo y desyerbar



2.6. MANEJO DEL AGUA DE RIEGO

La función del riego es mantener en el suelo una cantidad suficiente de humedad que sea fácilmente aprovechable por la planta, pues su desarrollo vegetativo es, en cierta forma, proporcional a la facilidad con que el agua puede extraerse del suelo.

Uno de los principales aspectos que permite mantener el suelo en la condición de humedad ideal es un sistema de riego que sea consecuente con la disponibilidad de agua, los requerimientos hídricos del cultivo y con la capacidad económica del productor.

En la menta las cantidades excesivas de agua desfavorecen el ambiente radical por falta de aireación, elevan los niveles freáticos en ausencia de drenaje, provocan desperdicios de agua y de nutrientes, aumentan los costos de producción y en general disminuyen los rendimientos del cultivo. De igual manera, la falta de agua trae disminución en la producción.

Para el cultivo pueden emplearse diferentes equipos de riego de alta frecuencia como el goteo o de alto caudal como por el riego por aspersión; sin embargo teniendo en cuenta los problemas sanitarios es más recomendable emplear equipos que no causen inundación ni encharcamientos, ni que mojen demasiado el follaje.

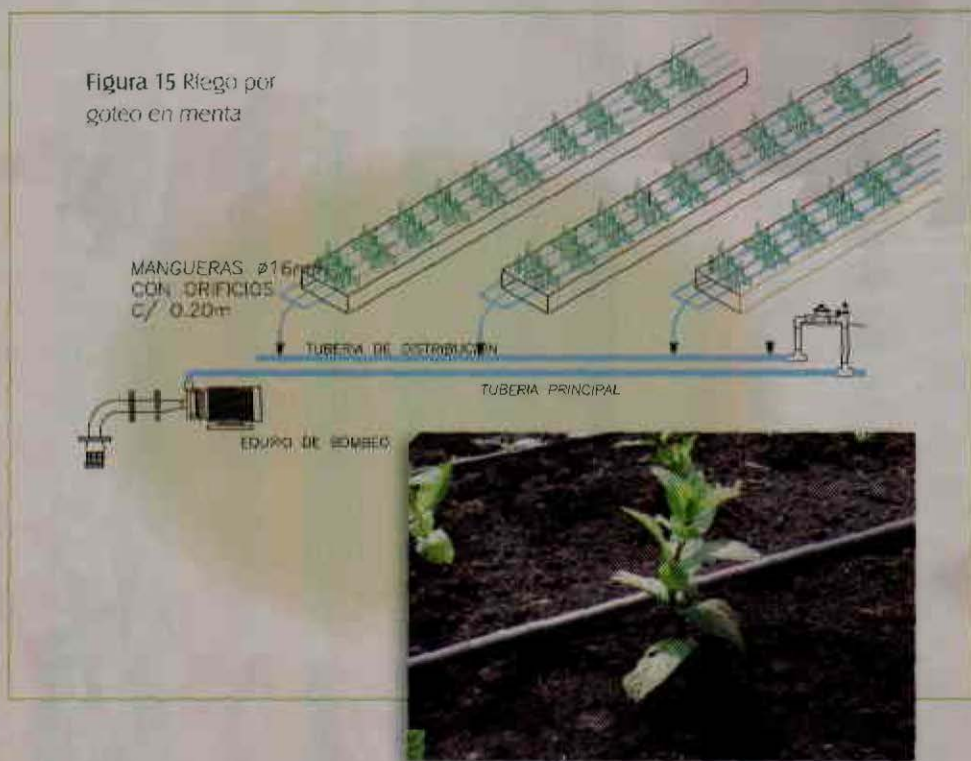
La menta a libre exposición puede suplir sus necesidades hídricas con la lluvia pero deben ser compensados con sistemas de riego por goteo o por aspersión. En cultivos en invernadero, se pueden manejar diferentes sistemas como aspersión, cacho o goteo, siendo este último el más adecuado, especialmente en zonas donde la incidencia de roya es alta.

Es importante recordar que el consumo hídrico depende del tipo de cultivo, la variedad cultivada y la etapa de desarrollo en la que se encuentre, de ahí la importancia de establecer los requerimientos hídricos del cultivo en particular de acuerdo con la etapa fisiológica, ya que las plantas presentan periodos críticos durante los cuales las necesidades de agua son mayores.

Riego por goteo

Este sistema de alta frecuencia tiene un gran eficiencia y aprovechamiento del agua, con este sistema se obtienen fracciones de lixiviación de hasta 40%-50% (Reed, 1996). Dentro de los beneficios de un sistema por goteo se incluyen el control de enfermedades, la flexibilidad en el calendario de aplicación y la mejora de la eficiencia

en el uso de agua y fertilizantes. Los problemas incluyen emisores muy separados o tapados, el trabajo asociado con la instalación a punto inicial (Reed, 1996) y los elevados costos de implementación. Se puede instalar un sistema conformado por una estación de bombeo, filtro de anillos y arena, tanque de fertilización, tubería de conducción principal, registros para cada módulo de riego y líneas de goteo, puede ser con cintas de riego o mangueras de 12 ó 16 mm (figura 15) con caudales que oscilan entre 0,2 litros por hora hasta 10 litros por hora. En el caso de la menta se recomienda que el caudal esté alrededor de 1-2 litros por hora, puede estar establecido con 3-5 mangueras de riego por cama, con distancia de goteros entre 20 y 30 cm (figura 8). El sistema de inyección del fertilizante consta de tanques de fertilización y dispositivos de inyección como venturis o bombas inyectoras.



Riego por aspersión

El riego por aspersión es una técnica de riego donde el agua se aplica en forma de lluvia por medio de unos rociadores o aspersores alimentados por agua a presión (Verjel et al., 2004). Presenta varias ventajas ya que se puede utilizar en gran variedad de suelos, se adapta a diferentes topografías y con un buen diseño permite cubrir una gran extensión de terreno. Las desventajas principales radican en que

puede causar efectos con respecto a la presencia de plagas y enfermedades al mojar el follaje del cultivo, requiere presiones altas de operación y un mal diseño puede generar una mala uniformidad en la aplicación por el efecto del viento; dependiendo de la topografía y el tipo de suelo puede generar erosión. En invernadero el sistema de riego por aspersión es utilizado con el objeto de llevar a capacidad de campo el suelo, especialmente después de la cosecha y cuando no hay hojas nuevas, después de este período no debe utilizarse pues favorecería las condiciones de propagación de la roya. A libre exposición se puede emplear para suplir las necesidades de agua especialmente en caso que no llueva, en épocas de verano (figura 16). La aplicación de riego por aspersión puede hacerse especialmente en las primeras semanas del ciclo según la pluviosidad de la zona.



Figura 16 Riego por aspersión en menta

Riego por flauta

Además del riego por goteo y aspersión, los agricultores emplean riegos tradicionales acoplando tipos de salida a mangueras que van trasladando entre las calles de los cultivos, como son las "flautas" (figura 17). El agricultor lo utiliza tradicionalmente para mojar el suelo y llevarlo al punto de humedad ideal para establecer la siembra, lavar sales acumuladas en el suelo y luego lo utilizan periódicamente para mantener la humedad del cultivo pero es un sistema que requiere de alta mano de obra y destreza del operario.

Puede estar conformado por una estación de bombeo, filtro de anillos y arena, bayoneta, con mangueras de $\frac{3}{4}$ -1" conectadas a una bayoneta, con un tubo PVC perforado.



Figura 17 Riego con flauta en menta

Operación del sistema de riego

Las preguntas más comunes que debe resolver un agricultor cuando adelanta su explotación agropecuaria con respecto al manejo del agua corresponden a cuándo, cómo y cuánto se debe regar.

En el apartado anterior se describieron los diferentes tipos de riego que se pueden implementar. El tiempo de riego y su frecuencia están influenciados por la relación agua-suelo-planta. Dentro del suelo encontramos que se deben establecer los parámetros físicos a partir de análisis de suelos tales como textura, estructura, densidad aparente, capacidad de campo, punto de marchitez, infiltración básica y profundidad del nivel freático del suelo. Estos parámetros van a determinar cuál es la capacidad de retención de humedad del suelo y con qué facilidad está disponible para ser aprovechado por las plantas.

Dentro de los elementos climáticos importantes se encuentran la temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar que permiten determinar el grado de evapotranspiración, que es la cantidad de agua que se debe reponer al cultivo que ha perdido por transpiración en la planta y evaporación del suelo.

Es indispensable tener la información sobre datos de lluvia y evaporación diaria registrada en el área del cultivo o zona de influencia. Para esto se deberá conseguir un pluviómetro para medir la lluvia caída y un tanque tipo A para determinar la evaporación. En caso de no contar con estos elementos, se debe recurrir a las enti-

dades encargadas de registrar los diferentes fenómenos meteorológicos y solicitar los promedios mensuales tanto de la lluvia como de la evaporación (Suárez, 1987 citado por Terán, 2007). La importancia radica en determinar la lámina de riego que necesita diariamente la planta y de acuerdo con la capacidad de aplicación del tipo de riego seleccionado y la eficiencia de este, se establece el tiempo de riego para el cultivo. Cada agricultor debe asesorarse con respecto a la aplicación eficiente del recurso hídrico.

Los requerimientos de agua o uso consuntivo se calculan teniendo en cuenta la evapotranspiración de referencia y el coeficiente de cultivo asociado a la etapa fisiológica. Para el cultivo de menta, Campos (2006) recomienda utilizar un coeficiente de evaporación entre 1,58 y 1,63. Se recomienda evitar excesos de agua cerca al momento de cosecha ya que podría ocasionar daños por proliferación de enfermedades y se recomienda asesorarse del técnico para optimizar el riego en el cultivo.

Respecto al tiempo de riego, se debe monitorear constantemente la humedad del suelo y tener en cuenta las especificaciones técnicas de los equipos que se están utilizando, con el fin de que el agricultor determine el volumen de agua que está aplicando al cultivo.

En la figura 18 se muestra una disposición general de un sistema de riego por goteo para menta utilizando manguera de 16 mm con salidas cada 20 centímetros, ubicando de tres a cuatro líneas por cama e implementando un reservorio como fuente de abastecimiento de agua. A manera de ejemplo se propone tubería principal de 2 pulgadas y tubería de distribución de 1 pulgada en PVC. Cabe recordar que esta propuesta varía para cada finca en particular teniendo en cuenta la topografía, distancias de las fuentes de abastecimiento de agua y características de suelos, entre otras.

2.6.1. El agua de riego

Conceptualmente, la calidad del agua se refiere a las características que influirán en su idoneidad para un uso específico, es decir, qué tanto la calidad satisface las necesidades del usuario. La calidad es definida por ciertas características físicas, químicas y biológicas.

Las normas de calidad para exportación de productos agrícolas exigen que el agua de riego cumpla con unos estándares con relación a la presencia de contami-

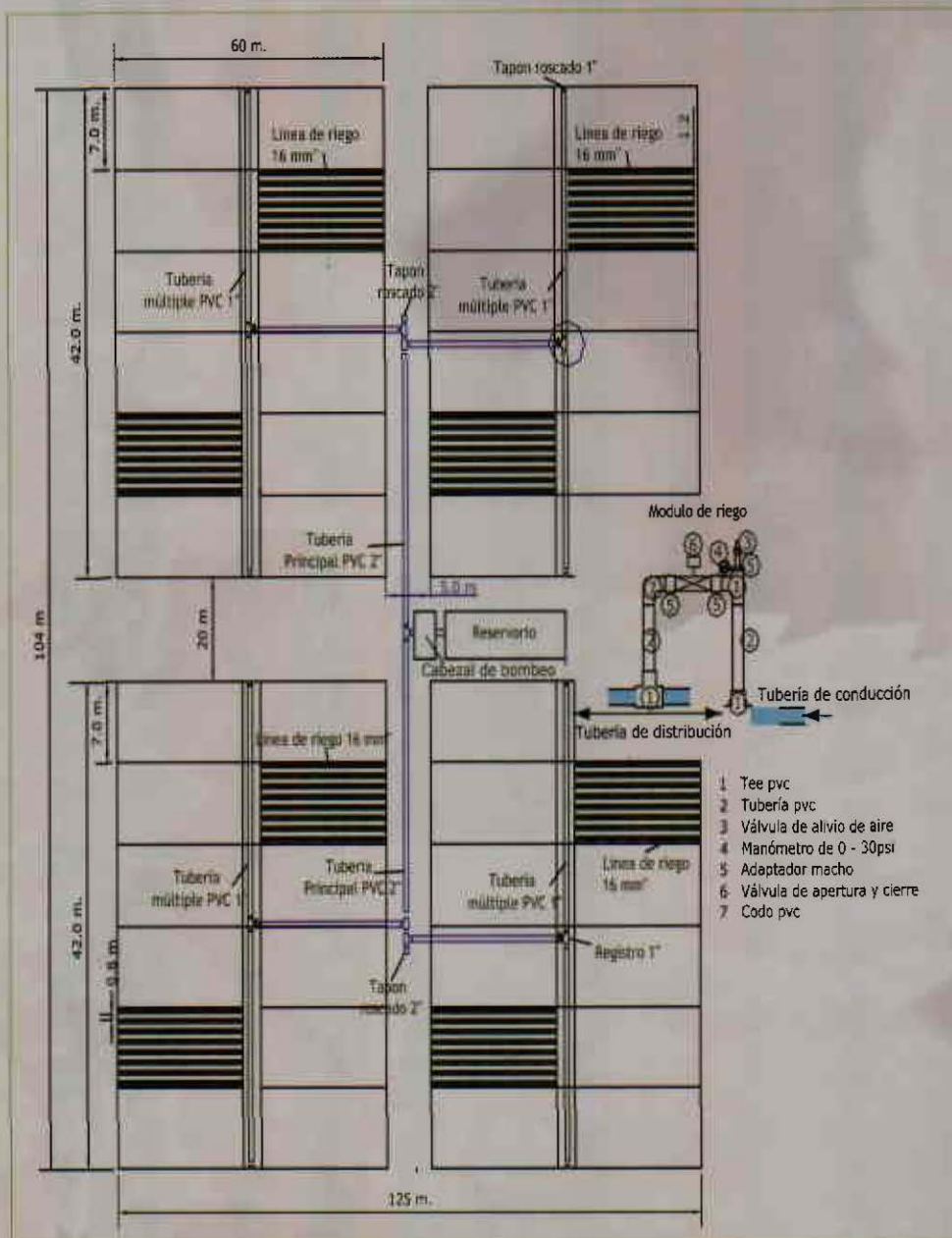


Figura 18 Esquema de riego por goteo en invernadero para el cultivo de menta

nantes que puedan causar algún tipo de problema para el consumo humano. Es por eso que se deben realizar periódicamente dichos análisis completos de calidad del agua. La norma más utilizada para establecer si el agua es apta para riego es la establecida por el Riverside (U.S. Soil Salinity Laboratory).

Además, el agricultor debe tener en cuenta la calidad del agua para riego respecto a las condiciones microbiológicas establecidas en el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud, que establece un nivel máximo de coliformes totales de 5.000 UFC/100 ml y de coliformes fecales (*E. Coli*) de 1.000 UFC/100 ml.

Muestreo de agua para análisis

A continuación se presenta un procedimiento para la toma de muestras de agua para análisis químico y microbiológico:

1. Reconocer el tipo de muestra a tomar, química o microbiológica
2. Identificar las fuentes de agua para riego; reservorio, pozo, río, quebrada, acequia, otros.
3. Recolectar la muestra empleando un envase plástico o de vidrio completamente limpio; se recomienda el uso de envases de agua purificada, lavados tres veces con el agua a muestrear. El orificio del envase no se debe tocar para evitar contaminaciones.
4. Para la toma de muestra físico-química, identificar el tipo de sistema de conducción: plástica, metálica, PVC, otros. Se debe tomar una muestra en el punto de salida del sistema de conducción, además del de la fuente.
5. Después de tomar la muestra tapar inmediatamente y marcar cada envase con N° de muestra, nombre de la finca o predio, tipo de fuente, lugar de muestra (lote, sector, etc.), fecha, destino de la muestra (química o microbiológica) y nombre claro de la persona que realizó el muestreo.
6. Las muestras deben almacenarse en un lugar fresco a temperatura ambiente y aislada de posibles contaminaciones; deben ser enviadas para análisis el mismo día. No deben ser almacenadas.



Figura 19 Diagrama de flujo para la toma de muestras de agua para análisis químico

Calidad química

El agua utilizada para el riego puede variar mucho en calidad dependiendo del tipo y la cantidad de sales disueltas. Las sales están presentes en el agua de riego en

cantidades relativamente pequeñas pero significativas, asimismo la idoneidad de un agua para riego está determinada no sólo por la cantidad total de sal presente, sino también por el tipo de sal.

Como es sabido el suelo y los cultivos presentan varios problemas de desarrollo a medida que aumenta el contenido total de sal en su medio. En la actualidad no hay establecido ningún límite de calidad del agua: su idoneidad para el uso está determinada por las condiciones que afectan la acumulación en el agua y que limiten por lo tanto el rendimiento del cultivo. Los problemas más comunes en el suelo y utilizados como base para evaluar la calidad del agua son los relacionados con la salinidad, la tasa de infiltración de agua, la toxicidad (Ayers y Wescot, 1994).

Valoración de resultados

La valoración de resultados puede hacerse comparando los valores obtenidos, con la tabla de evaluación propuesta por Ayers y Wescot (1994) (tabla 1). Con la presente tabla se realiza un acercamiento a las condiciones químicas del agua de riego y determinar si existen restricciones de uso, para esto se deben valorar los niveles de salinidad, expresados en conductividad eléctrica (CEw) dS/m, la relación de absorción de sodio (RAS) expresada en meq por medio litro y la concentración de sodio, cloro y nitrógeno.

En la tabla 2 se muestra un ejemplo de estudio de caso de la valoración de conductividad eléctrica y la relación de absorción de sodio, Finca Martinica, Funza, Cundinamarca.

Valoración

El análisis se llevó a cabo comparando los resultados con los valores de la tabla 3, encontrándose lo siguiente:

- Salinidad (afecta la disponibilidad de agua para los cultivos): los valores de CE no son un problema ya que se encuentran en un rango normal. Por valoración de salinidad el agua de riego no presenta ninguna restricción de uso.
- Infiltración (RAS y CE, afecta la velocidad de infiltración del agua en el suelo). Tiene una restricción de uso E debido a que presenta un RAS 1,49 meq por medio litro y una CEw de 0,16 dS/m.

Tabla 1 Tabla de interpretación de valores del análisis químico de agua de riego

Valores Indicativos de calidad de agua para riego				Grado de restricción en el uso			Unidad
Problemas potenciales en el riego			Ninguno	Ligero a moderado	Estricto		
Salinidad: afecta la disponibilidad de agua para los cultivos.	CEw		< 0,7	0,7-3,0	> 3,0	dS/m	
	SDT		< 450	450-2000	> 2000	mg/L	
Permeabilidad: afecta la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Se evalúa utilizando ECw y RAS juntos.	RAS = 0-3	CEw	≥ 0,7	0,7-0,2	< 0,2	dS/m	
	RAS = 3-6	CEw	≥ 1,2	1,2-0,3	< 0,3	dS/m	
	RAS = 6-12	CEw	≥ 1,9	1,9-0,5	< 0,5	dS/m	
	RAS = 12-20	CEw	≥ 2,9	2,9-1,9	< 1,9	dS/m	
	RAS = 20-40	CEw	≥ 5,0	5,0-2,9	< 2,9	dS/m	
Toxicidad de iones específicos: afecta los cultivos sensibles.	Sodio (riego superficial)		< 3	3-9	> 9	RAS	
	Sodio (riego con aspersores)		< 70	> 70		mg/L	
	Cloro (riego superficial)		< 140	140-350	> 350	mg/L	
	Cloro (riego con aspersores)		< 100	> 100		mg/L	
	Boro		< 0,7	0,7-3	> 0,3	mg/L	
Otros efectos: afectarían cultivos sensibles.	Nitrógeno (N total)		< 5	5-30	> 30	mg/L	
	Bicarbonato (aspersores elevados)		< 90	90-500	> 500	mg/L	
	Cloro residual (aspersores elevados)		< 1,0	1,0-5,0	> 5,0	mg/L	
Acidez: afectaría cultivos sensibles.	pH		Intervalo óptimo variable				

Fuente: Ayers, R. y D. Wescot. 1994.

Tabla 2 Resultado análisis químico de aguas de la unidad productiva Martinica

pH	OH	CO ₃ ²⁻	HCO ₃	Cl	SO ₄	PO ₄	NO ₃	Ca	K	Mg	Na	NH ₄	B	CE	RAS
	mg/L como CaCO ₃														
	mg/L												ds/m	(meq/L) ^{1/2}	
5,76	0,00	0,00	14,6	28,9	7,49	0,01	1,15	6,48	4,08	2,59	17,8	0,92	0,03	0,16	1,49

ns: no solicitado

Clasificación: C1 - S1

Los resultados corresponden a las muestras suministradas por el usuario y analizadas en el laboratorio

PARAMETRO	METODOS DE ANALISIS	CLASIFICACION	Clasificación de aguas con fines de riego
pH	Potenciómetro		
OH, CaCO ₃ y HCO ₃	Titulación con H ₂ SO ₄ 0.02 N		
Cl ⁻ (Cloruros)	Titulación con AgNO ₃ 0.0141 N	C1	Agua de salinidad baja
SO ₄ ²⁻ (Sulfatos)	Cloruro de bario, valoración turbidimétrica	C2	Agua de salinidad media
PO ₄ ³⁻ (Fosfatos)	Cloruro estannoso, valoración colorimétrica	C3	Agua de salinidad alta
NO ₃ ⁻ (Nitratos)	Acido Fenoldisulfonim, valoración colorimétrica	C4	Agua de salinidad muy alta
NH ₄ ⁺ (Amonio)	Nessler, valoración colorimétrica		
Ca, Mg, K, Na	Espectrofotometría de Absorción Atómica	S1	Agua con nivel de sodio bajo
B (Boro)	Manitol, titulación potenciométrica	S2	Agua con nivel de sodio medio
CE (Conductividad eléctrica)	Conductivímetro (lectura a 25°C)	S3	Agua con nivel de sodio alto
RAS (relación de adsorción de sodio)	Relación entre el Na y el Ca más Mg (meq/L)	S4	Agua con nivel de sodio muy alto

Fuente: Laboratorio de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, 2009.

Recomendación

- Se detectaron problemas de infiltración relacionados con los valores de RAS y CE, presentándose una restricción de uso estricta pues se ve comprometida esta propiedad física del suelo. Las medidas a implementar implican el cambio de las propiedades químicas del agua, lo cual influye en las tasas de infiltración del suelo. Esto normalmente se logra mediante la modificación química con enmiendas de yeso, para el suelo o el agua, o mediante la mezcla de dos o más fuentes de agua para reducir el peligro potencial. La reducción de la infiltración causada por la calidad del agua es un problema diferente a una baja tasa de infiltración del suelo causada por materiales arcillosos o suelos compactados. Los problemas de infiltración debido a la calidad del agua están relacionados con las impurezas (Ca, Mg, Na, HCO₃ y ECW) presentes en las fuentes de agua. Existen varias opciones posibles para resolver un problema de calidad del agua de infiltración. Cada uno debe ser adaptado a las condiciones locales y pruebas de campo a fondo antes de cualquier aplicación a gran escala.
- Se recomienda la aplicación de enmiendas de yeso, cuando estas se agregan al suelo o al agua, incrementan la concentración de calcio en el agua, reduciendo así la cantidad de sodio. La adición de yeso también aumenta la salinidad de las aguas con poca sal, mejorando así la infiltración. La adición de yeso se debe ajustar a las condiciones de la fuente de agua y la calidad del yeso (capacidad, pureza del yeso). Se deben realizar más análisis químicos a la fuente, en diversos puntos y profundidades, antes de tomar decisiones de manejo.

Calidad biológica

El agua de riego deberá ser analizada por lo menos cada 6 meses para la determinación de coliformes fecales y *Escherichia coli*. El decreto 1594 de 1984 art. 40 del Ministerio de Salud ha establecido un límite de 1×10^3 UFC/100 para *E. coli* y 5×10^3 UFC/100 ml para coliformes totales. Por lo tanto, en los resultados del agua de riego los niveles de *E. coli* y coliformes totales deberán estar por debajo del nivel máximo permitido. En caso de que este nivel sobrepasara el permitido, se deberá realizar un proceso de limpieza del agua con el objeto de disminuir la carga biológica presente; para esto pueden utilizarse diferentes medios, tales como estanques de estabilización diseñados para alcanzar la calidad bacteriológica indicada, la ozonización o la aplicación de cloro. Sin embargo se recomienda consultar con un especialista en el área.

En la tabla 3 se muestra un ejemplo de estudio de caso de valoración microbiológica del agua de riego, Finca Martinica, Funza, Cundinamarca.

Tabla 3 Resultado análisis microbiológico de aguas de la unidad productiva Martinica

Parámetro	Unidades	Método	Resultado
<i>E. coli</i>	UFC/100 ml	Filtración membrana	3.9 x 10 ¹
Coliformes totales	UFC/100 ml	Filtración membrana	9.1 x 10 ²
Recuento total de bacterias heterotróficas	UFC/100 ml	Filtración membrana	5.5 x 10 ³

Fuente: Laboratorio del Instituto de Extensión e Investigación (IEI), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional.

Valoración

Dada la carga biológica presente, el agua de la unidad productiva es un agua apta para riego.

2.7. MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN

La menta requiere aproximadamente de 250 a 280 kg de nitrógeno por ha para mantener un crecimiento óptimo. También es importante el suplemento adecuado de fósforo para estimular el crecimiento radical después de la cosecha. Generalmente el fertilizante fosfórico se aplica antes de establecer el cultivo y luego se hacen aplicaciones superficiales después de la cosecha según el estudio de suelo. El P removido en la cosecha varía de 50 a 100 kg de P₂O₅ por ha, basándose en la biomasa removida. La menta también tiene una constante demanda de potasio durante el ciclo de crecimiento; un rendimiento de 6,7 t/ha de biomasa remueve más de 335 kg de K₂O. Suelos con bajos contenidos de K pueden agotarse fácilmente si se tiene en cuenta la alta remoción de este elemento en el cultivo de menta. Los fertilizantes potásicos se pueden aplicar después de la cosecha de acuerdo con el análisis de suelos (Brown *et al.*, 2003).

La absorción de nutrientes para el cultivo de menta en la Sabana de Bogotá encontrados por el Proyecto CCB-CTA (2009) fue: N 246 kg/ha, P 31 kg/ha, K 154 kg/ha, Ca 86 kg/ha, y Mg 50 kg/ha (figura 20).

El azufre (S) se absorbe en 3,79 kg/ha y los elementos menores Cu, Fe, Zn, Mn y B fueron absorbidos en cantidades similares con un valor aproximado de 211 mg/kg (figura 21).

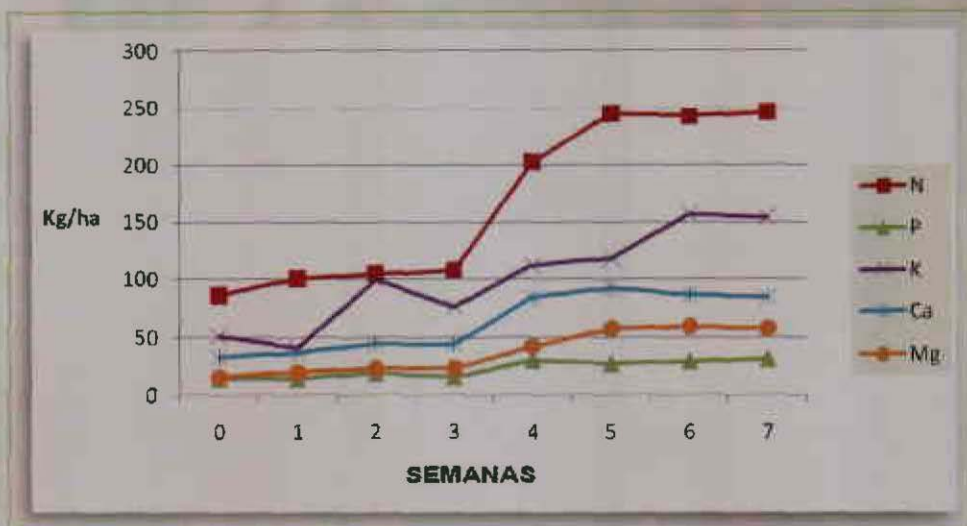


Figura 20 Curvas de absorción de N, P, K, Ca y Mg en un ciclo productivo de menta (*Mentha spicata* L.)

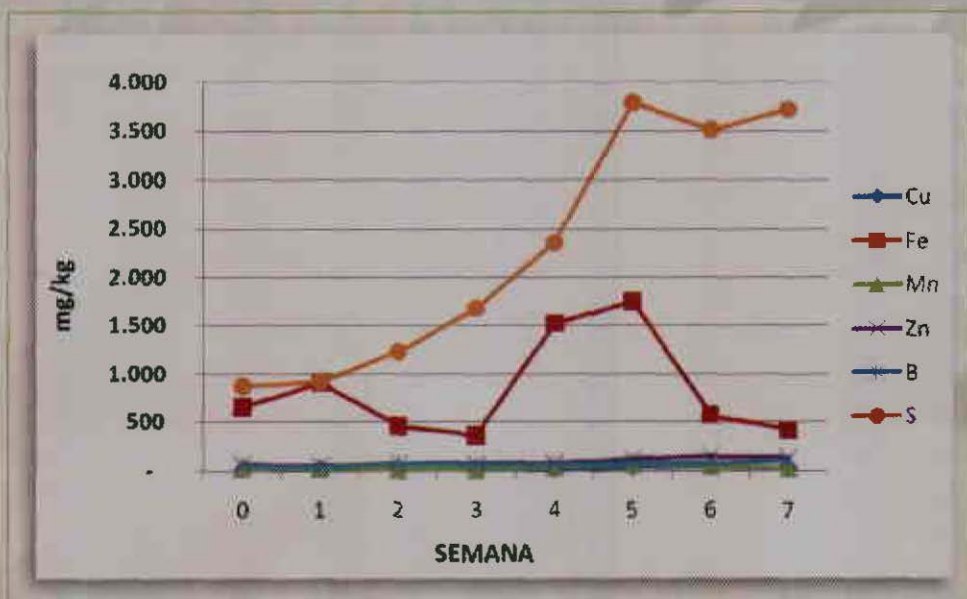


Figura 21 Curvas de absorción de S, B, Zn, Mn, Fe y Cu en un ciclo productivo de menta (*Mentha spicata* L.)

La menta requiere menos N para su desarrollo que el empleado por otros cultivos ya que su rango de suficiencia se encuentra por debajo del rango establecido como óptimo para otros cultivos.

2.7.1. Diagnóstico nutricional

Antes de cualquier proceso de adición de fuentes de nutrientes, es indispensable realizar un proceso de diagnóstico que exprese la condición nutricional de las plantas en comunidad. Existen diferentes herramientas que aportan información referente a la concentración de elementos nutrientes tanto del suelo o sustrato, lo que expresa la cantidad de elementos disponibles en déficit o en exceso, como del tejido, donde se observa la cantidad o concentración de elementos que la planta ha integrado a sus tejidos y metabolismo en general. Existen otras herramientas como la identificación de síntomas de deficiencia de nutrientes (fisiopatías asociadas a déficit o exceso de nutrientes) la cual puede complementar o guiar los procesos de muestreo en zonas o parches identificados como áreas pobres de nutrientes, como también en un primer acercamiento dar idea de los posibles desbalances nutricionales.

Estas herramientas de diagnóstico constituyen únicamente una guía sobre la cual realizar recomendaciones; sin embargo, debe tenerse en cuenta que sus resultados pueden no reflejar a cabalidad el real estado nutricional del cultivo por cuanto dependen 100% de factores como el régimen climático, labores culturales, etapa de desarrollo de las plantas, estado sanitario del cultivo, método de muestreo y variabilidad del lote, entre otras. Es por eso que se recomienda ir ajustando el plan de fertilización de acuerdo con las características de la unidad productiva y al comportamiento de las plantas.

Primera herramienta: evaluación de síntomas de deficiencia nutricional

Existen ciertas condiciones en el campo que son características de las deficiencias nutricionales en los cultivos. Una de estas características es la distribución de síntomas en el campo. Las deficiencias de nutrientes aparecen en el campo en áreas relativamente grandes y no se limitan a plantas aisladas. Esta es una forma de distinguir entre los síntomas de deficiencia de nutrientes y los síntomas provocados por plagas y enfermedades. Los síntomas de plagas y enfermedades aparecen en forma aislada. Cuando se presenta una deficiencia de nutrientes los síntomas aparecen en las dos hojas de un mismo par o en hojas sucesivas. En general, este patrón no se presenta cuando los síntomas son provocados por otras causas, además, aparecen más bien en forma desorganizada.

Se puede sospechar de la existencia de deficiencias nutricionales cuando aparecen las siguientes condiciones en el cultivo: muy poco crecimiento en la etapa de plántula, crecimiento inicial de la planta muy lento, crecimiento

restringido o anormal de las raíces, decoloración de la planta o anomalías internas, maduración muy temprana o muy tardía, diferencias en crecimiento con cultivos adyacentes aun sin la presencia de síntomas en las hojas, cultivos de baja calidad en apariencia, sabor, firmeza, contenido de humedad, etc. y síntomas específicos en las hojas que pueden aparecer en diferentes etapas durante el crecimiento (Lazcano-Ferrat, 2009).

Para este proceso se debe conocer cómo se manifiestan visualmente los síntomas asociados a deficiencia de elementos esenciales.

Para el análisis de deficiencias en campo es conveniente elaborar una ficha con la información referente a síntomas, la cual será empleada para identificar las fisiopatías en campo.

A continuación se presenta un resumen de algunas características de las deficiencias más comunes de los siguientes elementos:

Nitrógeno (N): el N es el elemento que más influye en la disminución de la producción, su deficiencia se manifiesta en las hojas con un color verde pálido y venas rojizas, especialmente en hojas viejas cercanas a la base de la planta. En deficiencia severa las hojas se pueden volver completamente amarillas; los brotes u hojas nuevas pueden no mostrar la deficiencia debido a que el nitrógeno no se moviliza en las hojas nuevas. Los tallos y ramas son delgados y se presenta una disminución en su número y longitud (Taiz y Zeiger, 2007).

Fósforo (P): el P está envuelto en varias funciones clave dentro de la planta que incluyen transferencia de energía, fotosíntesis, transformación de azúcares y almidones. Los síntomas característicos son la aparición de bandas amoratadas en los bordes de las hojas maduras, plantas enanas, retardo del crecimiento y un color verde oscuro (Martínez et al., 2008).

Potasio (K): la deficiencia de K retarda el desarrollo y crecimiento de la planta. Los síntomas visuales de deficiencia de K se presentan de distintas formas. Uno de los signos o formas más comunes es el "quemado" o clorosis marginal de las hojas maduras que aparece primero en las hojas viejas, ya que el K es un nutriente muy móvil dentro de la planta; clorosis intervenal con parches necróticos en los márgenes de las hojas maduras. Aunque los síntomas de deficiencia de K pueden confundirse con enfermedades fungosas, ellos se presentan de manera simétrica en los bordes de las hojas.

Calcio (Ca): en la deficiencia de Ca se presenta necrosis de regiones meristemáticas jóvenes y deformación de hojas jóvenes. El sistema radical de plantas con deficiencia de Ca se observa de un color pardo, poco desarrollado y muy ramificado.

Magnesio (Mg): debido a que el Mg es el constituyente principal de la clorofila, la clorosis de las hojas expandidas totalmente es el síntoma visible más obvio de su deficiencia.

Azufre (S): las deficiencias de S se confunden comúnmente con deficiencias de N. Los síntomas de deficiencia de S aparecen como crecimiento atrofiado y amarillamiento general de las hojas, en casos de deficiencias severas las plantas no crecen y se decolora toda la planta. Las hojas se van secando con el tiempo al progresar la deficiencia. El S, como el N, es un constituyente de las proteínas, por ello los síntomas de ambas deficiencias son muy parecidos (Lazcano-Ferrat, 2009).

Segunda herramienta: el análisis de suelo

La fertilidad de un lote y por ende los requerimientos de fertilizantes y encalado son estimados a través del muestreo del suelo y su posterior análisis químico, proceso reconocido como análisis de suelo (Bullock, 2000). Esta es una herramienta de diagnóstico importante, pues presenta una estimación del nivel de fertilidad expresado en concentración de nutrientes disponible en un determinado lote.

La fertilidad del suelo no es constante en el espacio y en el tiempo; cuando se realiza una análisis de suelo, además de la fertilidad global, otros factores como la profundidad y el momento del muestreo tienen gran efecto sobre los resultados, así mismo los lotes tienen áreas de mayor y menor fertilidad por lo tanto si se toma una sola muestra o se obtiene de zonas de alta o baja fertilidad, la estimación de fertilidad de todo el lote será errónea. Cuando se planea un plan de fertilización con base en valores más cercanos a la realidad es ideal tomar un número de muestras determinado (según tamaño del lote) y después utilizar el promedio de todas estas muestras como una estimación para todo el lote. El muestreo de suelos deberá realizarse siempre en la misma época del año. Respecto a la profundidad, deberá ser máximo de 18 cm. (Bullock, 2000).

Muestreo de suelos

La muestra consiste en una mezcla de porciones de suelo (submuestras) tomadas al azar de un terreno homogéneo (ICA, 1992). Es importante que la muestra de sue-

los sea representativa del terreno que se desea evaluar. Los análisis de suelos en el laboratorio se hacen siguiendo metodologías bastante detalladas y con técnicas analíticas cada vez más exactas y precisas (Gutiérrez, 1997; Ruiz, 1997). Así que la fuente de error más grande se halla en el muestreo.

Materiales para la toma de muestras:

- o Mapa de la finca
- o Machete
- o Barreno, pala o palín
- o Cuchillo
- o Balde
- o Bolsas plásticas limpias
- o Marcadores
- o Hojas para identificar la(s) muestra(s)

Es necesario asegurarse de que las herramientas estén completamente limpias, libres de superficies oxidadas y que no contengan residuos de otros materiales.

1. Delimitar los suelos de la unidad productiva: es necesario identificar los diferentes tipos de suelos en la unidad productiva y los límites que estos suelos tienen dentro del paisaje para definir las unidades de muestreo. Estas se identifican en relación con el cambio en la pendiente del terreno, uso (pastura vs. bosque) y manejo (fertilizado vs. no fertilizado), entre otras.
2. Toma de submuestras: la muestra del suelo se compone de varias submuestras tomadas aleatoriamente en el campo (Brady y Weil, 1999). El número de submuestras por cada muestra es variable; como recomendación general se sugiere que para una unidad de muestreo se tomen 10-20 submuestras (ICA, 1992). Es necesario recordar que esta técnica de muestreo es válida sólo si el suelo dentro de cada unidad es homogéneo, por lo que es muy importante hacer una buena definición de las unidades de muestreo. Se puede hacer un recorrido sobre el terreno en zigzag, tomando submuestras en cada vértice donde se cambie la dirección del recorrido (Osorio, 1997). En cada sitio de muestreo se recomienda remover las plantas y hojarasca fresca (1-3 cm) de un área de 40 x 40 cm, y luego introducir el barreno o pala a la profundidad requerida (18-20 cm) y transferir aproximadamente 100 a 200 g de suelo a un balde plástico limpio.

Las herramientas deben limpiarse después de tomar cada submuestra. Si se usa una pala, se puede hacer un hueco en forma de "V" y luego tomar de una de las paredes una porción de 10 x 10 x 3 cm para transferir al balde. Se debe remover piedras, raíces gruesas, lombrices e insectos del suelo. Las porciones del suelo se desmenuzan con la mano. Al final las submuestras se van mezclando en el balde hasta completar el número total de submuestras deseado. Posteriormente se trans-

fiere 1 kg de suelo a una bolsa plástica limpia. La bolsa debe cerrarse y marcarse con el nombre o número del terreno muestreado o con un código que escoja el muestreador. Recuerde que una muestra (1 kg) representa un terreno homogéneo y no se deben mezclar muestras de terrenos diferentes. La muestra compuesta debe enviarse a un laboratorio de suelos lo más pronto posible. Esto en términos prácticos significa 1-2 días como máximo (Osorio, 1997).

Recomendaciones

- o Durante el muestreo evite fumar, comer o manipular otros productos (cal, fertilizantes, cemento, etc.) para evitar la contaminación de la muestra y resultados falsos.
- o No tome muestras cerca de los caminos, canales, viviendas, linderos, establos, saladeros, estiércol, estanques o lugares donde se almacenen productos químicos, materiales orgánicos, o en lugares donde hubo quemas recientes.
- o Lávese bien las manos antes de hacer el muestreo.
- o No utilice bolsas o costales donde se hayan empacado productos químicos, fertilizantes, cal o plaguicidas.
- o No tome muestras de un solo sitio del terreno.
- o Se recomienda muestrear 2-3 meses antes de la siembra o trasplante. Esto da tiempo para obtener los resultados, interpretarlos, establecer las recomendaciones y adquirir los fertilizantes, cal o abonos orgánicos a aplicar si es que son necesarios. En cultivos perennes como la menta esto puede hacerse cada 1 ó 2 años (Osorio, 1997).

Valoración de resultados:

Para el análisis de resultados consulte a un ingeniero agrónomo. Se pueden emplear como *parámetros los niveles requeridos* para la menta, mencionados en el párrafo Manejo de la fertilización. Como no se ha establecido la extracción para la especie, se debe buscar equilibrar las concentraciones de nutrientes del suelo con el objetivo de evitar desbalances, para lo cual es recomendable tener muy en cuenta las relaciones catiónicas y ajustarlas según valores establecidos por el ICA y compararlas con otros autores.

Tercera herramienta: el análisis foliar

El objetivo del análisis es cuantificar analíticamente el contenido de nutrientes en el tejido analizado después de haber sido secado, molido y digerido. La selección de la parte de la planta a analizar es muy importante y aunque para la especie menta no se ha establecido un protocolo claro de muestreo foliar, es decir, no se

ha estudiado qué parte de la planta u órgano debe ser tomado como reflejo del estado nutricional de la planta completa, se recomienda que para el análisis foliar se cosechen brotes del mismo tamaño que para una cosecha habitual, conservarlos en papel húmedo y remitirlos rápidamente al laboratorio. El proceso de valoración puede efectuarse realizando comparaciones con los niveles encontrados en el análisis de suelo, de esta forma se constatan las deficiencias presentes.

2.8. MANEJO FITOSANITARIO INTEGRADO

El manejo de plagas, enfermedades y arvenses conforma el manejo fitosanitario integrado o manejo integrado de plagas (MIP), el cual está constituido por una serie de procesos y actividades que buscan mantener las poblaciones de organismos considerados como plaga a niveles tolerables para la especie cultivada, en cuanto a rendimiento y calidad. Para la FAO, el manejo integrado de plagas es “la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyan el desarrollo de estas poblaciones manteniendo el empleo de plaguicidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados, disminuyendo al mínimo los riesgos para la salud humana y el ambiente. El MIP enfatiza en el crecimiento de un cultivo sano con una mínima alteración de los agroecosistemas, fomentando para esto mecanismos naturales de control de plagas”.

Se considera plaga en un cultivo aquel insecto, enfermedad o maleza que, además de estar presente, causa un daño de importancia económica. Por eso se debe tener la suficiente claridad acerca de cuáles son los factores que pueden favorecer la explosión de sus poblaciones por encima del umbral económico de daño, o qué poblaciones favorecen la expresión de agentes reguladores que contribuyan a disminuirlos hasta niveles tolerables.

2.8.1. Artrópodos plaga más frecuentes en el cultivo de menta

Cogolleros

Copitarsia consuera, *Spodoptera frugiperda*, (Lepidoptera: Noctuidae), son plagas del follaje, insectos que mastican hojas, dañan los cogollos y los brotes tiernos. El daño importante en la menta lo causan los dos últimos estados larvales porque consumen gran cantidad de follaje, cortan tallos y ramas tiernas, causando pérdidas en peso y calidad que afectan la presentación para el mercado de exportación en fresco y para otros tipos de mercado; si no se controlan a tiempo pueden destruir el cultivo joven en un tiempo muy corto (figura. 22).



Figura 22 Perforaciones causadas por cogollero en hojas de menta

Los huevos de los cogolleros son semiesféricos, reticulados de color blanco recién puestos y cerca de la eclosión se tornan de color violáceo, generalmente son depositados en forma individual sobre los tallos y las hojas, cerca a las nervaduras, tanto en las plantas del cultivo como en las malezas; el periodo de incubación tarda de 6 a 7 días. El periodo larval tiene una duración de 27 días; las larvas tienen entre 5 y 6 estados y llegan a medir hasta 35 mm al completar su desarrollo; los dos últimos estados causan los mayores daños como masticadores de follaje y trozadores de tallos y ramas. Las pupas son de color café, de 17 a 19 mm de largo, se localizan en el suelo a 1 ó 2 cm de profundidad y permanecen en ese estado alrededor de dos días. Los adultos son polillas con envergadura de 35 a 40 mm, tienen hábitos nocturnos y en el día están escondidos en el suelo o bajo las plantas o malezas (León et. al, 2007).

Estrategias de manejo:

El manejo se puede realizar desde que se inicia el ciclo; se realizan un corte total del producto sin entresacarlo; posteriormente se guadaña y se recoge el material vegetal. El uso de control químico para esta plaga en muchas ocasiones tiene baja efectividad, debido a que generalmente no se realiza en el estado ideal de la plaga ni en la edad más apropiada para el cultivo. Entre los ingredientes que pueden emplearse están: Cypermtrina (0,5 cm³/L), Deltrametrina (1 cm³/L), Lambdacihalotrina (1 cm³/L) y Lufenuron (0,8 cm³/L).

El manejo del cogollero en diferentes cultivos también puede incluir extractos inhibidores del desarrollo como el del árbol del Neem (2 cm³/L) el cual contiene *compuestos químicos naturales* de naturaleza insecticida; el efecto se lo da una sustancia llamada azadiractina que detiene la alimentación del insecto y no lo deja reproducirse o desarrollar metamorfosis completa (Ángulo, 2000).

Para la gran mayoría de cogolleros, han sido reportados enemigos naturales, parasitoides, predadores y patógenos que atacan principalmente los estados de huevo y larva con buenos resultados en el control de sus poblaciones. Entre los enemigos naturales más frecuentes se encuentran: parasitoides de huevo: *Trichogramma* spp. (Hymenoptera, Trichogrammatidae) y *Telenomus* sp. (Hymenoptera, Scellionidae); parasitoides de larvas. *Apanteles* sp. (Hymenoptera, Braconidae); este género es el más frecuente entre los parasitoides de larvas de los cogolleros y masticadores. Entre los predadores se encuentran: *Polistes* spp. (Hymenoptera, Vespidae), que actúa sobre las larvas grandes y *Chysopa* spp. (Neuroptera, Chysopidae), eficiente predador de huevos y larvas pequeñas de la mayoría de los cogolleros y masticadores de hortalizas. Entre los patógenos están bacterias y hongos causantes de enfermedades en larvas de cogolleros y masticadores en hortalizas, *Bacillus thuringiensis* que está registrado como controlador de cogolleros y masticadores; se usan altos niveles del producto cuando hay una alta presión de la plaga. El tratamiento se puede repetir durante el ciclo del cultivo para mantener baja la población de insectos. También se ha reportado como hongo patógeno de larvas de los cogolleros en varias especies de hortalizas a *Beauveria bassiana* (León et al., 2007).

Babosas

Babosa gris (*Deroceras reticulatum*), babosa pequeña (*Limax marginatux*), babosa parda rayad (*Milax gagates*), babosa gris (*Vaginulus* spp.), babosa plana (Gastropoda: Stylommatophora: Limacidae y Veronicelidae).

Las babosas son hermafroditas, herbívoras, polífagas, y con pocos enemigos naturales, lo que les permite aumentar rápidamente sus poblaciones; su actividad ocurre generalmente en días nublados y por las noches, dejando clara evidencia de su daño por las raspaduras y orificios en las plantas, causado por su aparato bucal llamado rádula (Castillejo, 1997 citado por France et al., 2002) (figura 23).

Los huevos de las babosas son de forma ovoide, color blanco a amarillo grisáceo y translúcidos de 4 - 5 mm de diámetro; son puestos en grupos de 20 - 100, pegados con una sustancia mucosa, dentro de cavidades o nidos en lugares húmedos en la



Figura 23 Lesión causada por babosas en hojas de menta

superficie del suelo, bajo la materia orgánica, desechos, piedras o terrones; el período de incubación puede durar de 20 - 30 días o algunos meses si las condiciones no son favorables. Los estados inmaduros son formas jóvenes similares en morfología y hábitos a los adultos y alcanzan la madurez en 2 - 5 meses. Los adultos son hermafroditas y se autofertilizan pero también se presenta la fertilización cruzada. Todos los estados son de color café claro, gris o a rayas dependiendo de la especie. Poseen un manto que en la familia Veronicellidae cubre todo el cuerpo y en la Limacidae sólo la parte dorsal anterior; dos pares de tentáculos en la cabeza, los superiores retractiles con ojos en el extremo. El cuerpo es blando, consistencia mucosa sin patas y se mueven reptando dejando un rastro de baba sobre la superficie por donde pasan (León et al., 2007).

Estrategias de manejo:

Los métodos más utilizados para el control de esta plaga son cultural y químico. El primero se logra mediante el laboreo del suelo, el cual destruye huevos y adultos, ya sea por el daño directo de la labranza, como por el efecto de la deshidratación al quedar expuestos a los rayos solares, y también al facilitar el control por medio de aves predatoras (Crovetto, 1992 citado por France et al., 2002).

El control químico basa su acción en el uso de cebos tóxicos, formulados con un atrayente alimenticio y un ingrediente activo (carbamatos o metaaldehídos). Es-

tos cebos tóxicos se caracterizan por ser rápidos y efectivos en el control, sin embargo, su mayor problema está en la corta residualidad del producto, al ser fácilmente lavados y destruidos por la humedad y la lluvia, condiciones que predominan en las épocas de mayor daño de babosas y emergencia de plantas. Además, los cebos tienen el inconveniente de resultar tóxicos para otros organismos como mamíferos, aves, peces e insectos, los cuales pueden estar contribuyendo con el control natural de babosas (Crovetto, 1992 citado por France et al., 2002). Estos métodos se realizan sólo cuando debido a circunstancias específicas se espera un ataque severo de algunas de las plagas del suelo; por ejemplo, cuando se trata de un lote nuevo establecido en pastos o gramíneas en los cuales ha habido un ataque fuerte de babosas, en este caso se recomienda preparar cebos que deben ser aplicados en horas de la tarde, con la precaución de que el cebo no roce las plantas.

También se puede realizar la aplicación de molusquicidas granulares en las camas a base de metaldehído, con frecuencia semanal en las primeras tres semanas, en dosis de 4 kg de producto por h.

Se puede realizar la aplicación de cal (viva o agrícola) en el contorno de los invernaderos o lotes después de cada cosecha (ciclos entre 6 y 14 semanas, según la zona), aplicando entre 1 y 4 kg por cama o tabla cada ciclo; esto permite que se deshidraten y baje la población.

Prácticas culturales como preparar adecuadamente el terreno, encalar, controlar la humedad del suelo mediante la utilización de riego oportuno, la construcción de drenajes adecuados, mantener los bordes del lote limpio de arvenses y residuos vegetales, cosechar oportunamente para evitar daños en tallos y hojas, recoger y eliminar los residuos de la cosecha, son importantes para contribuir con el control efectivo.

Áfidos

Son insectos chupadores muy conocidos y de amplia distribución, tanto geográfica como de huéspedes. *Myzus persicae* (Homoptera; Aphididae), es la especie más conocida y quizá la más importante de los áfidos. La biología, hábitos y morfología de los áfidos en general son similares para las diferentes especies. En condiciones del trópico sólo existen hembras con reproducción partenogenética y en todas las generaciones sólo vivíparas; así que no se conocen ni los huevos ni los machos; pero en las zonas templadas sí existen dichos estados. Los áfidos son el grupo de insectos más importantes en la agricultura como vectores de virus. Son responsables de la transmisión de enfermedades que causan grandes pérdidas en rendimiento en muchos cultivos.

En una colonia se encuentran ninfas en diferentes estados y hembras adultas ápteras (sin alas), se presentan adultos alados cuando se preparan para migrar debido a que hay demasiados individuos o el alimento no es suficiente. Las colonias se pueden localizar tanto en el haz como en el envés de las hojas o en los tallos, flores y brotes. Las ninfas y los adultos chupan la sabia, causando deformación en las hojas, clorosis, marchitamiento, debilidad y muerte de las plantas y transmiten enfermedades virósicas (León et al., 2007).

Estrategias de manejo:

Estos insectos chupadores se presentan en la menta pero no son muy frecuentes. Su presencia depende de otras plantas hospederas y de las condiciones climáticas. En menta se encuentra que los focos sin manejo aumentan notablemente; es recomendable realizar un monitoreo semanal con el fin de detectar la presencia de la plaga. El daño causado por estos insectos no se ve a simple vista, sin embargo, no se puede exportar el producto cuando tiene individuos de esta plaga, se detectan al sacudir las plantas en la palma de la mano o en una hoja de papel (figura 24).



Figura 24 Áfidos en menta

Entre los métodos de control y técnicas culturales se pueden realizar tratamientos preventivos, antes que la población alcance niveles altos; la colocación de mallas en las bandas de los invernaderos, la eliminación de arvenses y restos de cultivos del interior y proximidades del invernadero, colocar trampas cromotrópicas amarillas, que ayudan en la detección de las primeras infestaciones de la plaga.

Se han reportado controles exitosos en menta para el áfido *Carolinaia cyperi* Ainslie, empleando extractos de *Melia azederach* L. (paraíso) y *Nicotiana tabacum* L. (tabaco) más *Allium sativum* L. (ajo), con aplicaciones semanales durante seis semanas (Rivera et al., 2003).

Todos los áfidos tienen buen control natural por parasitoides, predadores y patógenos; además, la lluvia y el riego artificial por aspersión bajan las poblaciones y evitan el uso del control químico; entre los parasitoides más frecuentes figuran: *Lysiphlebus testaceipes* (creson), *Diaeretiella rape* (Mcintosh) y *Aphidius* sp. (Hymenoptera, Aphidiidae). Entre los predadores, *Eriopsis connexa*, *Hippodamia convergens*, *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea* L. *Azya* sp., *Hyperaspis* sp., *Scymnus* sp., *Allograpta argentipila*, *Allograpta exotica*, *Carposcalis* sp., *Crysopa* sp. Existen algunas especies de hongos entomopatógenos como *Metarrhizium anisopliae* y *Verticillium lacanni*, los cuales son buenos agentes de control natural (León et al., 2007).

El control químico se utiliza cuando las poblaciones se presentan en focos, realizando aplicaciones con ingredientes como Etofenprox (1 cm³/L), Tiametoxam (0,3 g/L). Si se incrementan las poblaciones, las aplicaciones deben realizarse en todo el cultivo.

Trips

Son insectos muy pequeños que raspan superficialmente la estructura de la planta y chupan el contenido de las células (figura 25). *Thrips tabaci* y *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera; Thripidae) son las especies más conocidas. Los trips presentan un tipo de metamorfosis muy particular que se considera intermedia entre la simple y la completa, los huevos son de color blanco amarillento, de forma arriñonada o alargada, son insertados en el tejido foliar por las hembras mediante el ovopositor. Otras especies que no tienen ovopositor depositan los huevos en grupos que contienen de 20 - 100, localizados en hendiduras del tejido de la planta o sobre la superficie de la hoja, protegidos por entorchamiento de éstas. El período de incubación toma de 6 a 7 días. Las ninfas son pequeñas de color amarillo claro o crema, pasan por dos o tres estados, durante los cuales se mantienen en grupos y se alimentan raspando y succionando las células en las superficie de la hoja y los tallos o en medio de las hojas que se encuentran en contacto; las ninfas duran de 5 a 10 días, luego pasan al suelo y entran en estado de quietud conocido como pupa, durante el cual se transforman en adulto, que vuelve a subir inmediatamente al follaje de las plantas. Los adultos miden cerca de un mm de largo, de color café a gris; la reproducción es partenogenética, los machos son ocasionales, más pequeños y sin alas. Los adultos se alimentan de igual forma que las ninfas (León et al., 2007).

Estrategias de manejo:

El manejo integrado de trips consiste en realizar un monitoreo, el cual se efectúa sacudiendo las ramas de las plantas sobre un papel o sobre la mano para verificar



Figura 25 Síntoma causado por trips en hojas de menta

su presencia. Se pueden instalar mallas en las bandas del invernadero, vigilar que no haya roturas en el plástico, el manejo de arvenses con flores, que son las mayores hospederas, dentro y fuera del invernadero y la eliminación de restos de cultivo sobre todo después de cada ciclo; instalar trampas adhesivas azules antitrips desde el inicio del cultivo a la altura de éste, para realizar un seguimiento de las poblaciones de adultos.

El control químico es un medio de lucha que encuentra gran dificultad debido a su comportamiento, las larvas se encuentran refugiadas en el follaje, las ninfas en el suelo y el adulto tiene una gran movilidad, por lo cual, las aplicaciones deben alcanzar bien toda la planta, sobre todo en el envés de las hojas y se debe alternar el uso de materias activas (Infoagro, 2009). Entre los ingredientes activos utilizados para el manejo de trips se encuentran: Imidacloprid (0,1 a 0,5 cm³/L), Lambdaihalotrina (1 cm³/L), Methiocarb (1 cm³/L), Spinosad (0,3 cm³/L), los cuales se aplican según los resultados del monitoreo, sin tener establecido un umbral; las aplicaciones se realizan con bomba de espalda o con fumigadora estacionaria con boquillas C35 y D35.

Se conocen algunas especies de ácaros predadores que controlan eficientemente la población de trips en los ambientes artificiales en los invernaderos. Se consiguen en forma comercial en algunos países las especies *Amblyseius cucumeris* y *A. barkari* (León et al., 2007).

Ácaros

En estados inmaduros y adultos, rompen las células superficiales en el envés de la hoja y las yemas y chupan su contenido causando reacciones caracterizadas por puntos blancos, amarillo bronceado, moteado, deformación y encrespamiento y en ataques fuertes caída de las hojas. En condiciones de verano prolongado las poblaciones crecen notoriamente y causan daños graves en varias especies de cultivos (León *et al.*, 2007). El síntoma más característico es la aparición de puntos o manchas en el haz, producido por la desecación de los tejidos. Las manchas pueden afectar los tejidos, como en el caso de la menta, las hojas que sin llegar a secarlas, deprecian su valor comercial. En el envés de las hojas, puede observarse presencia de araña en todos sus estados, debido a su alimentación, provoca una disminución de la superficie foliar, lo cual implica una disminución de la fotosíntesis o intercambios gaseosos (Infoagro, 2009).

Los huevos son de forma globular, son puestos individualmente en el envés de las hojas, a menudo en el ángulo entre dos venas o en las yemas y protegidos por la cobertura de una telaraña. Las hembras ponen de 4 a 8 huevos por día durante un período de 20 - 30 días. Los estados inmaduros reciben diferentes nombres y se diferencian tres estados principales: el primero llamado larva posee tres pares de patas, tiene un color muy claro; el segundo se llama protoninfa y el tercero deuto-ninfa, tienen ocho patas y son similares al estado adulto. Los adultos son amarillos verdosos con parches de diferentes colores: oscuros, rojos, verdes o naranjas y tamaño de 0,5 a 0,7 mm de longitud; la reproducción puede ser sexual o asexual en algunas especies. Todos los estados, tanto inmaduros como adultos se alimentan en el envés de la hoja, a los lados de las nervaduras principalmente y protegidos por telarañas (León *et al.*, 2007).

Estrategias de manejo:

El manejo integrado de los ácaros está basado en medidas preventivas y culturales como eliminación de restos de cultivos anteriores y arvenses, utilización de mallas en bandas del invernadero, en parcelas con antecedentes de la plaga. Se debe tratar el suelo antes de realizar una nueva plantación, emplear dosificaciones equilibradas de abono, ya que un exceso de N favorece el desarrollo en especial de araña roja.

El control químico se debe iniciar cuando se detecte la plaga, sobre todo en los primeros estados de desarrollo, el tratamiento debe dirigirse a los focos, si éstos están bien delimitados, debido a la gran resistencia que presentan ante los acaricidas, se debe alternar los ingredientes activos utilizados (Oryza, 2004). Se utilizan

productos a base de Abamectina (0,5 cm³/L) y Methiocarb (1 cm³/L), los cuales se utilizan en rotación y según el monitoreo, sin tener un umbral establecido.

El control biológico se realiza principalmente gracias a la acción depredadora que ejercen los ácaros fitoseidos como *Amblyseius californicus* y *Phytoseiulus persimilis*. También son depredadores los coleópteros *Suymus mediterraneus* y *Stehorus* spp., y los míridos como *Cyrtopeltis tenuis* (Oryza, 2004).

Chisas

También conocidas vulgarmente como mojoyoy o gallina ciega, son larvas de escarabajos que habitan en el suelo y se pueden alimentar de las raíces de sus hospederos, ocasionando grandes pérdidas. Pertenecen al orden Coleoptera, considerados como el grupo de seres vivos más diversificados en el medio terrestre o aéreo y a la familia Scarabeoidea, la cual involucra 120 géneros y 537 especies registradas en Colombia (Morón, 1995). Por la diversidad de estas es necesario realizar un reconocimiento de las especies predominantes para conocer los hábitos de alimentación. Las chisas más prevalentes en la Sabana de Bogotá son: *Ancognatha scarabeoides* Burmeister, *A. ustulata* Burmeister y *Heteroghomphus dilaticollis* Burmeister, esta última no cae en trampas de luz por tanto es necesario utilizar trampas específicas (Morón, 1986).

Estrategias de manejo:

El control biológico involucra varias especies de hongos: *Metharhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, *B. brogniartii*, *Paecilomyces fumoso-roseus* (Wize) Brown y Smith, *P. Farinosus* y *Verticillium lecanii* (Zinmm Viegas). En las condiciones de Tibaltatá, Mosquera, Cundinamarca, se ha probado *M. anisopliae*, confirmando su actividad patológica en huevos, larvas, pupas y adultos de las cuatro especies prevalentes de la Sabana de Bogotá. Entre las bacterias entomopatógenas, *Bacillus popilliae* (Dutky) o *Bacillus lentimorbus* (Dutky) causantes de la enfermedad lechosa, son comúnmente usadas. El control etológico con trampas de luz también se ha utilizado eficazmente para capturar adultos, según la especie. El manejo integrado de esta plaga debe ser compatible con prácticas culturales (Rodríguez, 1998).

2.8.2. Enfermedades más frecuentes en el cultivo de menta

Roya

La roya de la menta es causada por el hongo *Puccinia Menthae* Pers., el cual ataca varios miembros de la familia de las Lamineaceas; forma pústulas de color amarillo

en el envés de las hojas; es un hongo complicado en su ciclo de vida ya que tiene cinco estados producidos en secuencia en los países con estaciones; en el trópico se ha encontrado el estado de uredo, no se han reportado hasta el momento otros estados, pero esto no indica que no se puedan presentar (Guerrero, 2006).

Experimentos realizados por Edwards *et al.* (1999) en condiciones de laboratorio indican que la temperatura óptima para la germinación de uredosporas está entre 10 °C y 20 °C y la máxima de 30° C; sólo 3 de 600 esporas germinan a 30 °C y no hay germinación después de los 35° C. La emergencia del tubo germinativo ocurre durante las primeras tres horas de incubación. Estos autores indican que en condiciones de campo la humedad relativa, radiación solar, precipitación y el factor viento no se correlacionan con la enfermedad, sin embargo, sí hay correlación



Figura 26 Síntomas de roya en menta; a. pústulas de roya en el envés de las hojas; b. pústula en aumento (10X)

con la temperatura. En condiciones de invernadero se ha observado que el agua libre incrementa la incidencia y severidad de la enfermedad. En menta se observan síntomas en las hojas con presencia de pústulas de color amarillo que luego se unen y terminan necrosando el tejido. La enfermedad se presenta en el primer tercio inferior de la planta, en forma ascendente; cuando pasa de 40% de la longitud del tallo, el producto no se exporta y los brotes cosechados de cultivos con incidencia y severidad alta corren el riesgo de no pasar la revisión fitosanitaria (figura 26).

El riego por aspersión dentro de los invernaderos cuando hay brotes es una condición que favorece el incremento de la enfermedad; así mismo, los cultivos establecidos a libre exposición presentan mayor incidencia y severidad. Entre las variedades cultivadas por los productores se encuentran Spicata y Virides, comúnmente denominadas así por los productores, de las cuales

la más susceptible es *Spicata*; la variedad *Virides* es menos susceptible. A veces, a pesar de existir las dos variedades en la misma finca, se observa una gran diferencia de incidencia (tasa a la cual ocurren nuevos casos en una población durante un periodo específico de tiempo) y de severidad (área o volumen de tejido enfermo y se mide en términos de proporción de tejido enfermo sobre tejido sano) de la enfermedad entre las dos.

Estrategias de manejo:

En cuanto al manejo de la enfermedad, se debe tener en cuenta la variedad menos susceptible siempre y cuando esté adecuada al mercado, cortar los ciclos del hongo recolectando el material vegetal afectado después de cada cosecha y guadañando muy cerca a la superficie del suelo para disminuir el inoculo inicial. Realizar monitoreo semanal de la enfermedad, aplicar fungicidas preventivos con una bomba de espalda o con la fumigadora estacionaria dos veces por ciclo según el monitoreo (si se observa alguna pústula de roya en las hojas). Entre los productos utilizados se encuentran: azufre (1 cm³/L), Difenconazole (0,8 cm³/L), Mancozeb (2 g/L) y L, N-Alkyl Dymethyl Benzyl Ammonium chloride (1 g/L).

En condiciones de invernadero, evitar el agua libre, mantener las camas libres de arvenses y minimizar la circulación de aire para evitar la dispersión de las uredosporas. En otros países utilizan también flamear las camas, sin embargo, esporádicamente mueren algunas plantas y se reduce su vigor (Guerrero, 2006).

Moho gris

Causado por el hongo *Botrytis cinerea* Pers. El género tiene otras especies, y esta especie tiene otras variedades y más de una puede afectar a la menta. Los síntomas son lesiones cubiertas de micelio gris, que en ciertas condiciones puede formar esclerocios, que se localizan generalmente en las hojas viejas que se encuentran en condiciones de alta humedad ocasionada por alta densidad de plantas, en las cuales se observa un micelio a veces esporulado que afecta también los tallos en el primer tercio inferior (Guerrero, 2006).

En general, para menta se observan síntomas como lesiones en el tallo y las hojas de color café, con moho de color gris; se presenta en el primer tercio inferior de la planta y se desarrolla en forma ascendente. No presenta alta severidad en los bordes de las camas o lotes, lo contrario sucede en el centro de la cama, cuyas condiciones de alta humedad y poca aireación por la alta densidad de plantas favorecen su desarrollo (figura 27).



Figura 27 Síntomas de moho gris (*Botrytis cinerea* Pers.) a. hojas de menta; b. tallos de menta

El hongo puede permanecer como saprófito sobre restos vegetales. Su crecimiento y esporulación tiene lugar en condiciones de alta humedad relativa con temperaturas entre 15 y 20 °C, las conidias se dispersan con facilidad por el aire infectando a otros tejidos. El hongo puede estar en los tejidos, pero no ser visible en el momento de cosecha, sin embargo, en el almacenamiento y transporte se puede desarrollar con rapidez.

Estrategias de manejo:

El manejo de esta enfermedad es preventivo; se recomienda el monitoreo para evaluar la utilización del control químico, sin embargo se pueden realizar aplicaciones dos veces por ciclo en la segunda y tercera semana, aunque cuando la enfermedad presenta incidencia mayor a 10%, las aplicaciones se deberán realizar semanalmente. Se fumiga rotando productos con bomba de espalda o bomba estacionaria, utilizando boquillas como la C-35 y D-35 con alta presión para causar turbulencia al momento de la fumigación para que el producto llegue al sitio donde se va a establecer o se encuentra el hongo. Los ingredientes activos utilizados para el manejo de esta enfermedad son: Iprodione (1 cm³/L), Mancozeb + Metalaxil (1 cm³/L), Pyrimethanil (1 cm³/L). Para control biológico existen productos biológicos comerciales a base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma lignorum* y *Trichoderma viride*. Después de la cosecha las camas deben arreglarse retirando los residuos, ya que son fuente de inóculo primario (Guerrero, 2006); para esto se deben guadañar los tallos restantes de la cosecha a menos de 5 cm de la superficie del suelo y retirar los tallos de los bordes que presenten pústulas de roya. Existen plásticos que no permiten el paso de luz ultravioleta y por tanto evita la esporulación del patógeno. En la poscosecha es necesario mantener asepsia. En cuanto al transporte se debe mantener la cadena de frío o utilizar fundas de hielo para conservar baja la temperatura (Guerrero, 2006).

Antracnosis

Posible agente causal *Sphaceloma menthae*, *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. En el tallo el hongo produce numerosas manchas pequeñas, superficiales y de color café, que más tarde se extienden, alargan y finalmente se hunden en el tallo. Las lesiones son cubiertas por innumerables esporas. Cuando hay suficiente humedad, las lesiones son tan abundantes que pueden cubrir y debilitar al tallo hasta un punto en el que ya le es imposible sostener la copa de la planta. El hongo ataca también los pecíolos y las hojas, en las que produce grandes lesiones oscuras. Generalmente el hongo inverna en tallos y hojas enfermos en forma de micelio o esporas, que producen infecciones primarias y subsecuentes infecciones secundarias durante todo el ciclo de crecimiento cuando la temperatura y la humedad sean favorables. La infección que produce el hongo se lleva a efecto mediante la penetración directa de los tejidos sanos, donde el micelio crece intercelularmente y puede permanecer latente durante cierto tiempo antes de que las células empiecen a colapsarse y podrirse. El micelio del hongo produce entonces acérvulos y conidios inmediatamente por debajo de la cutícula, la cual se rompe y libera los conidios para producir más iniciar más infecciones. Por lo general, el hongo requiere alta temperatura y alta humedad relativa (Agrios, 1996).

Estrategias de manejo:

El manejo de esta enfermedad depende del uso de variedades resistentes, cuando están disponibles; para el caso de la menta se tiene en cuenta la densidad de siembra y la aireación del cultivo, en algunos casos se recurre a aspersiones con fungicidas.

Otras enfermedades reportadas

Entre las enfermedades que afectan la menta en el mundo, algunas presentes en Colombia, se encuentran las reportadas por Green *et al.* (2009) en la Sociedad Americana de Fitopatología (APS).

- **Enfermedades causadas por hongos:** tizón de la hoja *Cephalosporium* sp., mancha foliar *Phoma* sp Desmaz., mildew polvoso *Erysiphe* spp., *E. cichoracearum* DC., lesión de la hoja *Ramularia menthicola* Sacc., roya *Puccinia Menthae* Pers., *P. angustata* Peck., mancha de la hoja *SeptoriaMenthae* Oudem., cancro *Rhizoctonia solani* Kühn (teleomorph: *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk), desintegración de estolones por *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (teleomorph: *Nectria haematococca* Berk.

& Broome), *Verticillium alboatrum* Reinke & Berthier var. *Menthae*, *V. dahliae* Kleb y mohos blancos de la pudrición del tallo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary.

- **Nemátodos parásitos:** *Aphelenchoides parietinus* (Bastian) Steiner., *Pratylenchus neglectans* (Rensch) Filipjev & Schuurmans-Stekhoven., *P. penetrans* (Cobb) Filipjev & Schuurmans-Stekhoven., *Longidorus elongatus* (de Man) Thorne & Swanger., *L. sylphus* Thorne., *Paratylenchus hamatus* Thorne & Allen., *P. microdorus* Andrassy = *P. macrophallus* (de Man) Goodey., *Meloidogyne hapla* Chitwood. Se han presentado en regiones productoras de Colombia como Cundinamarca ataques por los géneros *Helicotylenchus* sp., y *Pratylenchus* sp., los cuales son Nematodos endoparásitos migratorios; todos los estados pueden penetrar completamente el tejido de la planta y pueden permanecer móviles y alimentarse conforme se mueven a través de los tejidos, a veces migran entre suelo y raíz.

Para el control en campo se recomienda la aplicación de nematicidas aprobados, tratamientos rápidos y oportunos, rotación de cultivos, suelos en barbecho y solarizaciones. Para el control biológico se pueden emplear hongos como *Trichoderma harzianum* y otros hongos antagonistas (Agris, 2005).

2.8.3. Manejo de arvenses

Hartley (1993) observó tolerancia de diferentes hierbas aromáticas a trifluralina, buena tolerancia de *M. piperita* y *M. smithiana* a terbacil, con un efectivo control de malezas anuales.

En preplantación, el herbicida de presembrado pendimetalin no afecta el cultivo, en tanto que trifluralina lo afecta levemente. Ambos controlan eficientemente las malezas anuales. Cuando son aplicados en posplantación temprana, antes del desarrollo del follaje, terbacil y, en menor grado, prometrina y bromoxinil controlan eficientemente las malezas anuales, aunque puede afectar el cultivo en cierto grado, especialmente los dos últimos (Darre et al., 2004).

En aplicaciones posemergentes sobre cultivo establecido en pleno crecimiento vegetativo, se destacan por su eficiente control de malezas anuales terbacil y bentazon más 2,4-DB, con leve efecto fitotóxico sobre el cultivo. Son seguidos por prometrina y bromoxinil, pero en este caso con daño importante al cultivo.

Cuando los herbicidas se aplican luego de un corte, el efecto fitotóxico es mínimo con excepción de fluroxipir; el control de malezas es superior con terbacil, metribuzin, paraquat y fluroxipir (Darre et al., 2004).

El manejo de arvenses se debe realizar las veces necesarias para mantener el cultivo libre de estas plantas. Las primeras deshierbas se pueden realizar utilizando herbicidas; las siguientes se pueden hacer manualmente.

Las plantas arvenses más frecuentes son: oxalis común amarillo *Oxalis stricta*, verónica *Veronica persica*, kikuyo *Pennisetum clandestinum*, falsa poa *Holcus lanatus*, cenizo *Chenopodium* spp., corazón herido *Polygonum nepalense*, lengua de vaca *Rumex crispus*, diente de león *Taraxacum officinale*, cilantrillo *Spergula arvensis*, gualola *Polygonum nepalense*, nabo *Brassica campestris*, entre otras (figura 28).

Una práctica que puede emplearse en los primeros estados del cultivo es la incorporación de coberturas vegetales como pasto seco sobre las camas, con el objeto de conservar la humedad en época de verano y disminuir el crecimiento de arvenses.



Figura 28 Arvenses en un cultivo de menta (lengua de vaca, gualola, corazón herido)

2.8.4. Estrategias de diagnóstico y evaluación de plagas

Para el control de plagas y enfermedades en menta, se debe partir del concepto de cuantificación y evaluación del daño causado por los agentes biológicos asociados

a la especie, esto con el objetivo de hacer menos subjetiva la toma de decisiones oportunas de manejo.

Como recomendación general, se debe establecer un programa de monitoreo para realizar recuentos de plagas insectiles o determinar severidad de enfermedades. Teniendo en cuenta que la menta es un cultivo donde la mano de obra es limitada, se recomienda establecer un esquema de monitoreo sencillo que puede estar constituido por: selección y marcaje de plantas al azar dentro del lote, a las cuales se les determinará el número de individuos encontrados en un área determinada; esto se realiza sacudiendo la planta sobre un cartón u hoja de color blanco para que caigan los individuos plaga y poder contarlos.

Dentro del personal debe existir un evaluador, quien tendrá como única tarea identificar la plaga o enfermedad y su presencia, generando indicadores muy sencillos que permitirán fundamentar la toma de decisiones. El evaluador debe tener un conocimiento básico de la expresión de la enfermedad o plaga que esté evaluando, es decir, reconocer los estados básicos de desarrollo del insecto, daño o signos y síntomas de la enfermedad, condiciones medioambientales que favorecen la expresión del agente biológico y los sectores del lote más susceptibles a infestaciones o epidemias.

En el proceso de evaluación de enfermedades y plagas para menta, es muy útil generar información de incidencia (figura 29) y grado de infestación (referente a artrópodos plaga, número de individuos encontrados y su estado de desarrollo). Es fundamental desarrollar un sistema guía que permita identificar y cuantificar de forma sencilla la presión por plagas y enfermedades (tabla 4) y establecer un patrón de monitoreo. Los valores son registrados en una planilla de monitoreo diseñada de forma sencilla (figura 30).

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de individuos evaluados afectados} \text{ (plantas, ramas u hojas)}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de individuos evaluados}} \times 100$$

Figura 29 Fórmula para el cálculo de la incidencia de enfermedades

Tabla 4 Guía de monitoreo para menta (*Mentha* spp.)

Plaga	Evaluación	Descripción	Observaciones
Trips	Incidencia	Número de individuos encontrados por sitio marcado, totalizado en 10 sitios en el mismo estado fenológico	Se evalúa la presencia de individuos en diferentes estados ninfales y adultos. Número de individuos por planta o sitio de muestreo cuyas muestras se toman sacudiendo la planta sobre un papel blanco
Mosca blanca	Incidencia	Presencia de huevos y de adultos. Se evalúa el número de individuos adultos que se observan al sacudir un sitio.	Indicar si hay presencia de huevos, revisar el envés de las hojas se realiza contando el número de adultos encontrados por planta o sitio, después de sacudir y revisar un sitio
Ácaros, áfidos	Incidencia	Número de individuos encontrados por sitio marcado, totalizado en 10 sitios en el mismo estado fenológico	Se realiza sacudiendo la planta sobre un papel blanco.
Cogollero	Incidencia	Nº. de brotes afectados de 10 evaluados	Hay presencia de individuos o daño en la planta o sitio
Babosas	Incidencia	Nº. de plantas con síntomas o individuos encontrados de 10 sitios evaluados	Hay presencia de babosas o daño en la planta o sitio
Roya	Incidencia y severidad	Incidencia: número de plantas evaluadas con síntomas. Severidad: porcentaje de área enferma por rama o brote según la escala	Escala para roya.
Moho gris	Incidencia y severidad	Incidencia: número de plantas evaluadas con síntomas Severidad: porcentaje de área enferma por rama o brote según la escala	Escala para moho gris (<i>Botrytis</i> sp.)

Por ejemplo, para ácaros y trips: en cada planta se realizará un golpeteo de las ramas sobre la hoja blanca y en los tres tercios, iniciando en el tercio superior, se deberá contar el número de individuos. Para enfermedades se debe evaluar la presencia de daño y registrar el valor en una planilla de monitoreo directo. Al final del monitoreo se determinan valores de incidencia o grado de infestación (Nº de plantas afectadas/número de plantas monitoreadas). Estos datos deberán ser incluidos en una base de datos con el objeto de determinar las curvas de progreso de enfermedad o infestación con las cuales se puede evaluar en el tiempo el incremento de la epidemia en el cultivo e identificar el momento de control, el cual se identifica con el progresivo incremento del valor de incidencia (figura 31).

Se deben tener las poblaciones en un nivel bajo de incidencia o infestación (aproximadamente del 10% – 30%). Cualquier incremento en la pendiente de la curva o del área bajo la curva representa un incremento de la infestación que deberá ser controlado con las respectivas medidas de manejo. La incidencia (proporción o porcentaje de plantas sanas y enfermas) puede afectar la calidad del producto.

PLANILLA DE EVALUACION DIRECTA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

UNIDAD PRODUCTIVA

ESPECIE:

Menta

GRUPO HIERBAS AROMATICAS

FECHA

PLANTA	Esqueje 1	Esqueje 2	Esqueje	Esqueje
	Nave	Nave 25	Nave	Nave
	Cama	Cama 3	Cama	Cama
	E. Fenológico	E. Fenológico	E. Fenológico	E. Fenológico
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

Observaciones:

Figura 30 Planilla de monitoreo para menta (*Mentha* spp.)

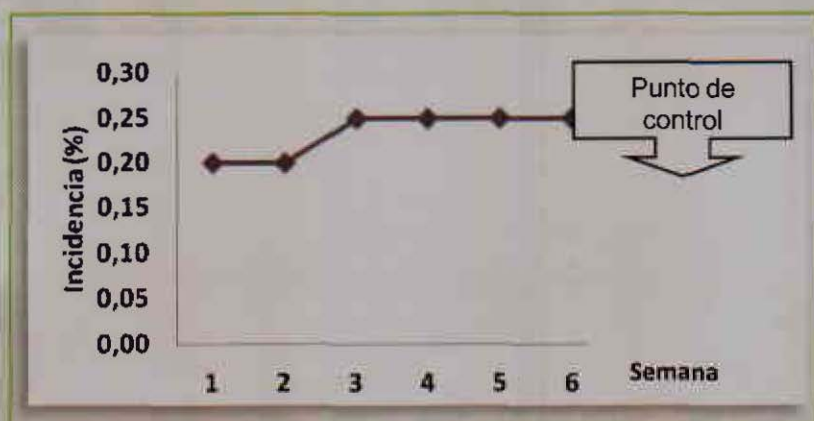


Figura 31 Curva de progreso de roya *Puccinia menthae* Pars., generada a partir de valores de incidencia

En la curva se aprecia la dinámica de la roya en un tiempo de evaluación de 6 semanas. Se presentan los porcentajes de incidencia calculados por el evaluador en cada una de sus observaciones. La curva muestra que entre la semana 1 y 2 la incidencia del patógeno fue de 20%. En la semana 3, las fuertes lluvias y el incremento en la humedad relativa generaron la expresión de síntomas en nuevas plantas, por lo que el valor de la incidencia aumentó hasta un 25% (punto de control del patógeno), donde se mantiene estable hasta la última semana de evaluación. Para este tipo de patógenos los medios de control no significan una disminución del área bajo la curva o de la cantidad de enfermedad. Para otras enfermedades del tipo policíclicas, los métodos de control pueden generar altibajos en la expresión de la enfermedad del cultivo.

Otras consideraciones

Para el sistema productivo hierbas aromáticas en general existe un inconveniente referente a la ausencia de productos químicos registrados en el país; esto causa que los productores no dispongan de productos permitidos y que los procesos de certificación en sistemas de gestión de calidad no se cumplan en su totalidad.

3. COSECHA Y POSCOSECHA

3.1. COSECHA

El proceso de cosecha es uno de los más importantes pues se inicia el mantenimiento de la calidad lograda en campo. Los cortes de cosecha se hacen según la demanda del mercado. Si no hay posibilidad de comercializar toda la producción sino un volumen pequeño del producto, las plantas se cosechan parcialmente en sectores específicos del cultivo. Las labores de cosecha se inician al cumplir el ciclo de producción, entre 6 y 12 semanas. Se recomienda cosechar en las horas de la mañana y evitar recoger después de un riego o lluvia. Los principales aspectos a tener en cuenta en la cosecha son:

3.1.1. Índice de cosecha

La menta se cosecha dependiendo del mercado final. Cuando la producción es destinada a la elaboración de aceites, se recomienda cosechar al iniciar el brote de las flores, pues después del estado de floración el contenido de aceite decrece rápidamente; también se tiene en cuenta el tamaño del tallo. Si el producto está destinado a consumo directo o en fresco, se debe cosechar antes de floración.

El producto debe estar libre de cualquier tipo de contaminación, sea física, química o biológica. Entre los posibles contaminantes físicos están la tierra, piedras, cauchos, plásticos, vidrios, pelos, residuos de cosecha, entre otros, susceptibles a incorporarse en el momento de la cosecha. Los contaminantes químicos son los residuos de plaguicidas presentes en la planta, como consecuencia de aplicaciones no adecuadas en cuanto a dosis, selección de producto y periodo de carencia. Los contaminantes biológicos se relacionan con la calidad del agua que se utiliza y con la higiene y manipulación del producto (Barrientos y Zurita, 2007).

3.1.2. Operación

- **Mano de obra:** el operario debe llegar al sitio de producción con ropa de trabajo limpia; se debe lavar las manos al iniciar la operación y retirar objetos como joyas. En las áreas de trabajo se debe abstener de comer, beber y fumar. La re-

colección se realiza manualmente (figura 32); se cortan varios tallos, sin ejercer ningún tipo de presión para evitar daños mecánicos; el corte debe realizarse a unos pocos centímetros del suelo para permitir el rebrote. El producto recolectado es depositado en canastillas plásticas de dimensiones 60 x 40 x 30 cm de largo, ancho y alto respectivamente, con capacidad para 4 kg, recubiertas con una lámina de poliempaque perforado. Es necesario capacitar a los recolectores para que en el campo realicen una preselección y descarten productos que presenten daños mecánicos o fitosanitarios, además de limpiar la planta de malezas.

- **Herramientas:** el corte debe realizarse con cuchillo, machete pequeño o tijeras (figura 32) y en lo posible en las horas de la mañana, pues las plantas se encuentran turgentes debido a que la corriente transpiratoria es mayor que en otra hora del día, están más activas metabólicamente y sus contenidos de agua celular son mayores, lo que representa eventualmente más peso fresco. Se deben cortar varios tallos, con cuidado de no apretarlos ya que se puede ocasionar daño físico; el producto se puede colocar en una canastilla de plástico cubierta con una lámina de poliempaque perforado, con el objeto de protegerlo; también se puede cubrir el interior de la canasta con un paño humedecido con agua fría para crear un microambiente fresco (Barrientos y Zurita, 2007) o realizar un preenfriamiento en sombra, o con periódico húmedo dentro de las canastillas (Bareño, 2003). Posterior al corte se debe realizar el registro del producto cosechado como parte del proceso de trazabilidad; debe llevar la información del invernadero, bloque y cama de donde procede, fecha, hora y nombre del cosechador (Barrientos y Zurita, 2007). Las canastillas se deben lavar y desinfectar con frecuencia.



Figura 32 Cosecha de menta con cuchillo en canastillas

Se recomienda que las herramientas de corte sean de acero inoxidable y se desinfecten periódicamente. También es recomendable el uso de guantes de protección para los cosechadores para garantizar la inocuidad del producto que va a consumo en fresco (Barrientos y Zurita, 2007); se deben desinfectar recipientes y utensilios antes de utilizarlos (Herrera, 2007).

En campo se puede realizar una preselección del producto donde se descartan los tallos con daños físicos, enfermos o afectados por plagas. Sólo deberán cosechar los ápices que tengan el tamaño apropiado y que no presenten amarillamientos ni síntomas de enfermedades foliares.

En el momento de la cosecha, los productos agrícolas tienen una determinada temperatura llamada calor de campo, la cual es de vital importancia reducir mediante un proceso de preenfriamiento con refrigeración o lavado con agua a baja temperatura, para reducir la tasa respiratoria a fin de asegurar la preservación del producto y sus atributos de calidad, de lo contrario el proceso de respiración se acentúa iniciándose el deterioro y descomposición del producto muy pronto durante el almacenamiento. Barrientos y Zurita (2007) y Bareño (2003) recomiendan que el producto tenga un preenfriamiento de mínimo 24 horas, antes de iniciar el proceso de clasificación y empaque que se debe realizar en una zona con las normas de higiene, a baja temperatura para evitar la deshidratación del producto. El producto debe permanecer el menor tiempo posible en el campo o invernadero para evitar su calentamiento, así mismo debe ir cubierto para evitar su deshidratación y contaminación.

Una vez llenas las canastillas y sacado el calor de campo en un área dispuesta en la finca o en el cuarto de clasificación o sala poscosecha, deberán trasladarse inmediatamente al cuarto frío a 4° C durante 12 horas antes de iniciar el proceso de selección y empaque (Bareño, 2006).

Los rendimientos del producto según el manejo pueden variar entre 0,6 y 1,2 kg/m² de peso fresco seleccionado. Las pérdidas pueden alcanzar entre 10% y 40% dependiendo del estado fitosanitario y tamaño de los brotes cortados.

3.1.3. Transporte

Una vez las canastillas lleguen a su capacidad, deben trasladarse al centro de acopio. Cuando el transporte tarde, es necesario implementar un espacio donde se tenga sombra para resguardar el producto de la incidencia de los rayos del sol (figura 33).



Figura 33. Protección del producto en el cultivo (Fuente: Meza C. 2008)

Cuando el centro de acopio está cerca del cultivo, los operarios encargados de la recolección llevan manualmente las canastillas plásticas hasta el área de poscosecha; para volúmenes grandes se adecuan carretillas cubiertas que lleven las canastillas.

En el caso de un centro de acopio distante del cultivo, se transporta en camiones carpados, de preferencia que la carpa tenga un color claro para evitar la absorción de los rayos del sol y por consecuencia un incremento de temperatura en el interior del camión, lo que deterioraría la calidad de las hojas del producto. El interior debe estar limpio y libre de olores extraños.

3.2. POSCOSECHA

La apertura de nuevos mercados y la tecnología ha fomentado en los comercializadores de alimentos el desarrollo e implementación de nuevas herramientas que permitan brindar al consumidor final productos frescos y de buena calidad, y que durante el proceso de conservación no pierdan ni se afecten sus propiedades físicas y organolépticas. Uno de los parámetros a controlar es la temperatura siendo necesario implementar métodos y procesos como la cadena de frío que ayuden a mantener la calidad de la menta.

Se llama cadena de frío al conjunto de procesos y elementos que involucran la disminución de la temperatura del producto manteniendo la calidad, sobre todo de alimentos altamente perecederos, durante el mayor tiempo posible desde la cosecha, la conservación, hasta el consumidor final. Dentro de los diferentes eslabones

que conforman la cadena se encuentran: cuartos fríos en las zonas de producción, empaques adecuados, vehículos con sistemas de aislamiento o refrigeración, cámaras y muebles en supermercados con sistemas de frío, entre otros.

Desde el momento en el que se inicie una operación que baje la temperatura del producto, debe realizarse ininterrumpidamente; controlar condiciones como la humedad relativa debido a que humedad relativa alta favorece la multiplicación de microorganismos y baja humedad relativa deshidrata el producto; el movimiento del aire ejerce influencia sobre la calidad y conservación del producto pues permite una distribución homogénea de la temperatura. Se recomienda que la temperatura de almacenamiento sea la más baja posible, pero por encima de aquella a la que se empieza la congelación y aparecen los daños por frío.

Cuando el producto ingrese al área de poscosecha se debe pesar para llevar un registro. Se debe disponer de un sitio de acopio o sala poscosecha para hacer la selección, clasificación o empaque (figura 34). Esta sala debe estar alejada de establos, galpones y sitios de cría de animales. Adicionalmente debe estar protegida para evitar el acceso de aves y animales domésticos, por lo tanto se recomienda que el área se encuentre protegida o aislada del medio circundante. La recepción del producto en las salas de acondicionamiento y empaque debe contar con unos procedimientos básicos que incluyen registrar información importante como fecha, variedad, origen y el nombre de la persona que entrega y que recibe el producto, para poder aportar información que contribuya a rastrear el producto en caso necesario (Herrera, 2007).



Figura 34 Sala poscosecha para menta (*Mentha* spp.) a. señalización de la sala poscosecha; b. mesa de clasificación en madera; c. mesa de clasificación en acero inoxidable, d. cuarto frío

3.2.1. Preenfriamiento y lavado

Todos los productos deben ser preenfriados a una temperatura y humedad similares a la del posterior almacenamiento, siendo particularmente importante para productos que presentan tasas elevadas de respiración. Una vez que el producto ha sido preenfriado, se le debe trasladar al cuarto frío, teniendo en cuenta que deben ser de excelente calidad y estar exentos de daños que puedan causar su pérdida (Villamizar, 2001).

El preenfriamiento con agua no es un método común utilizado en menta; sin embargo se describe a continuación en caso que se requiera. Este método enfría el producto por la inmersión o el riego del mismo con agua fría y una solución desinfectante; es más rápido que el aire forzado y no deshidrata el producto. El agua es enfriada normalmente por refrigeración mecánica, pero si no se dispone de ésta puede usarse una fuente alterna de agua fría. Se recomienda el agua a 4 °C durante 2 min, en tinas de acero inoxidable, material recomendado por su bajo grado de oxidación al contacto con el agua y de fácil limpieza.

3.2.2. Secado – escurrimiento

Si se llegase a requerir el preenfriamiento con lavado, es necesario retirar el exceso de agua mediante un escurrimiento para evitar la proliferación de hongos y bacterias. Se extiende el producto en mallas de acero inoxidable; dependiendo del tipo de infraestructura los tamices o mallas pueden ser estables o vibratorios; se recomienda el vibratorio ya que la menta no es susceptible a daños mecánicos. Un operario debe estar atento al tiempo de escurrido y retirar la menta para evitar la deshidratación.

De acuerdo con la fuente de agua se debe establecer un sistema de filtrado y un sistema de alimentación para las instalaciones; se recomienda un análisis de calidad de agua (químico y físico) para determinar los posibles tratamientos a los que debe someterse antes de su uso final, puesto que el agua normalmente transporta cantidades elevadas de microorganismos e impurezas. Es importante aclarar que el agua usada para las operaciones de poscosecha debe ser potable.

3.2.3. Selección

La selección incluye una inspección y limpieza en seco; se retiran objetos extraños y residuos de otras plantas, la limpieza en seco se hace en algunos casos utilizan-

do cribas o corrientes de aires seco, pero en la mayoría de empresas pequeñas y medianas se hace manualmente. En algunos casos el producto es separado en categorías de calidad que obedece a algún criterio del mercado. Los recolectores deben seleccionar en campo menta de buena calidad, tallos resistentes de 15 a 25 cm de longitud, de apariencia fresca e hidratada, sin daños de plagas y enfermedades, y con el buen aroma y olor característico de la variedad. Se debe emparejar con tijeras podadoras limpias, desinfectadas y afiladas.

En el área de poscosecha para realizar la selección y clasificación se deben implementar mesas (figura 35); se recomienda usar materiales como plástico y acero inoxidable por su fácil limpieza y su bajo grado de corrosión. El largo de la mesa es proporcional al volumen de producción.

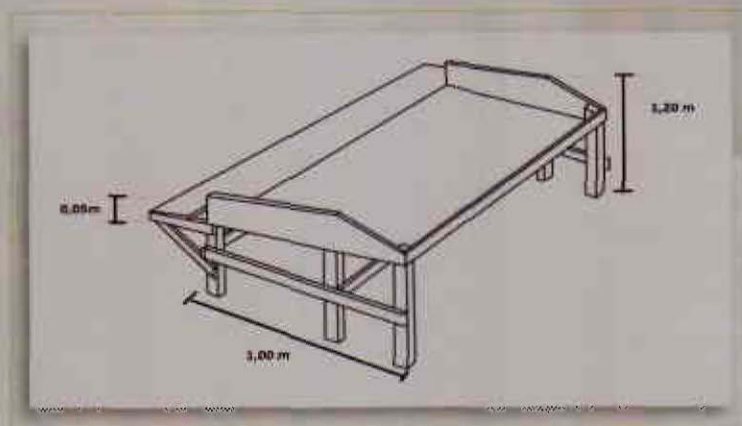


Figura 35 Mesa para selección y clasificación de menta

3.2.4. Clasificación

Cuando se realiza esta operación, obedece generalmente a un acuerdo entre el comprador y el proveedor, teniendo en cuenta que no existen normas específicas sobre este tema (Herrera, 2007). La clasificación del producto depende del mercado final; por lo general, el parámetro más usado es la altura del tallo, que debe oscilar entre 15-25 cm, además de descartar todo producto que presente daños mecánicos o fisiológicos. Esta operación se puede realizar en la misma mesa donde se realiza la selección.

3.2.5. Empaque

El empaque de la menta como hierba fresca para el mercado americano se hace en bolsas de polipropileno transparentes y para el mercado europeo algu-

nas veces en polipropileno azul. Las bolsas deben ir perforadas o en el mejor de los casos microperforadas, con medidas de libra que miden de 35 a 40 cm de ancho por 40 a 50 cm de largo (figura 36). Según las exigencias del mercado también se puede empacar por ramilletes (bonchado) de 12 ó 24 generalmente. El producto se organiza en forma vertical dentro de la bolsa con un papel periódico para que absorba la humedad; las bolsas se empacan luego en cajas de 4 u 8 kilos; el material más utilizado es cartón corrugado (Guerrero, 2009).



Figura 36 Clasificación y empaque de menta

Se debe empacar el producto con una base interna de papel periódico blanco de 35,56 cm de ancho por 17,78 cm de largo. El uso de papel periódico es necesario para la vida útil del producto.

Para el mercado internacional, lo usual en empaque son las cajas de cartón corrugado, las cuales suelen ir paletizadas sobre estibas de madera o plástico y utilizando diferentes elementos de protección y agrupamiento de los conjuntos de cajas, tales como cintas, envolturas plásticas, recubrimientos y esquineros, entre otros (Herrera, 2007).

Para el mercado internacional, lo usual en empaque son las cajas de cartón corrugado, las cuales suelen ir paletizadas sobre estibas de madera o plástico y utilizando diferentes elementos de protección y agrupamiento de los conjuntos de cajas, tales como cintas, envolturas plásticas, recubrimientos y esquineros, entre otros (Herrera, 2007).

3.2.6. Almacenamiento

Se recomienda que el centro de acopio tenga por lo menos dos cuartos fríos, uno como alternativa de preenfriamiento para el producto que llega de campo y otro para el empacado. Se recomienda almacenar en las cajas de cartón para evitar la manipulación y deshidratación, aunque también se puede almacenar en canastillas plásticas (figura 37). No se debe sobrecargar la capacidad del cuarto pues esto ocasiona deshidratación del producto.

Los cuartos fríos deben tener suficiente espacio para almacenar el producto cosechado, y permitir la movillización de la carga y la circulación del aire. Se deben tener termómetros e higrómetros, para monitorear la temperatura y la humedad relativa, visibles para que los pueda observar cualquier operario responsable del



Figura 37 Almacenamiento de menta, en cajas de cartón

sistema de almacenamiento (Herrera, 2007). Las canastillas o cajas deben descansar sobre estibas plásticas o estantes, sin dificultar la circulación dentro de la bodega; se recomienda demarcar las áreas donde van las estibas de acuerdo con una planeación inicial. El apilamiento no puede superar la parte inferior de los evaporadores cuando estos están instalados en el techo y se recomienda proteger los empaques que están cercanos al evaporador, para evitar el sobreenfriamiento.

Se recomienda establecer un programa de control de plagas, con el fin de reducir el riesgo de contaminación por roedores y otros animales, cumpliendo las normas sanitarias vigentes; además de un mantenimiento preventivo de los equipos de refrigeración cada 6 meses.

La temperatura de almacenamiento refrigerado varía de acuerdo con el producto, pero oscila entre 4 y 10 °C, se deben evitar temperaturas de congelación que puedan dañar la integridad celular, lo cual se reflejará más adelante en áreas necróticas (Wills, 1998). Resulta imprescindible y de crucial importancia el establecimiento de condiciones permanentes de refrigeración desde la cosecha hasta los puntos de comercialización (cadenas de frío) para asegurar que los atributos de calidad de los productos cosechados lleguen en óptimas condiciones hasta los consumidores finales en los mercados internacionales (Villamizar, 2001).

3.2.7. Transporte

Los camiones y remolques para el transporte de aromáticas, sin control de las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa y ventilación), deben utilizarse para trayectos cortos, de hasta seis horas. En estos recorridos, normalmente, la

ventilación que se obtiene es la adecuada, pero en desplazamientos más prolongados es conveniente disponer de persianas y entradas de aire ajustables.

La carrocería debe estar en perfecto estado y limpia con el fin de disminuir el riesgo de contaminación por agentes patógenos (bacterias y hongos), por lo tanto deben lavarse y desinfectarse antes de proceder a su carga. El agua empleada para la limpieza de los vehículos debe ser potable.

El producto no debe colocarse directamente en el piso del camión; debe descansar sobre estibas que permitan el paso de aire para evitar elevar la temperatura. El operario encargado del embalaje debe acomodarlo manera que no se exceda el número de canastillas o cajas apiladas para evitar rozamientos en los movimientos bruscos.

El transporte internacional se realiza por vía aérea dependiendo del destino, ya que el tiempo es determinante para la vida útil del producto; esto se realiza a través de una agencia de carga y una sociedad de intermediación aduanera (Bareño, 2003).

3.2. INFRAESTRUCTURA

El adecuado almacenamiento y proceso poscosecha en general de los productos (figura 38) depende del diseño de una infraestructura que permita llevar a cabo las operaciones indicadas cumpliendo los estándares de calidad y las normas establecidas para tal fin.

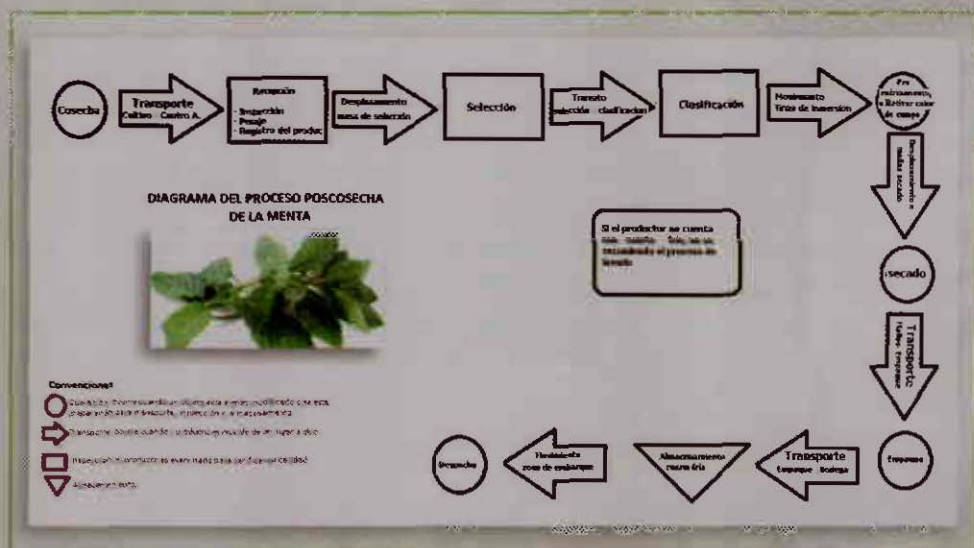


Figura 38 Diagrama de procesos poscosecha para el cultivo de menta.

A continuación se plantean algunas recomendaciones generales (materiales, dimensiones, estructura, normas básicas) que debe tener en cuenta al momento de construir la sala de poscosecha.

La infraestructura debe ser diseñada con base en la producción proyectada y el mercado al que se pretende llegar. En la figura 39 se hace una propuesta de la infraestructura adecuada para el manejo poscosecha de menta.

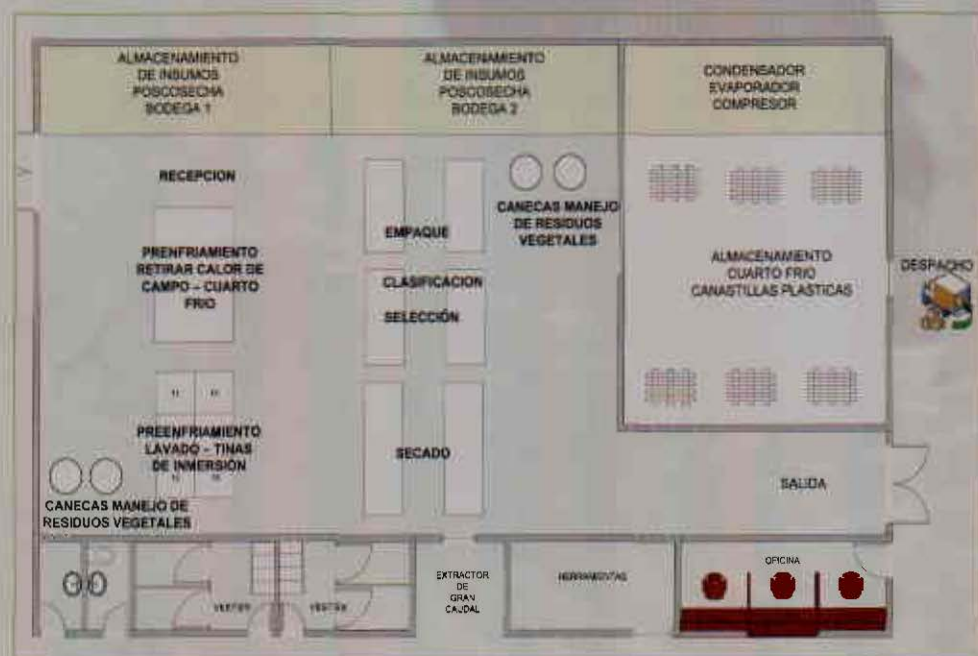


Figura 39 Diseño y planos de la estructura de la planta poscosecha

De acuerdo con el proceso poscosecha y el esquema en planta de la infraestructura descrito anteriormente se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones para cumplir con las normas establecidas para construcciones de salas poscosecha:

La geometría de la construcción en general debe tender a una forma rectangular, lo que permite diseñar un flujo lineal del producto donde el desplazamiento lo haga el material vegetal y no el personal de operarios, para evitar contaminación cruzada y mantener la inocuidad. Debe contar con salidas laterales y rutas de evacuación demarcadas, así como considerar instalaciones sanitarias que permitan al personal de poscosecha lavar y desinfectar sus manos durante el proceso sin salir de la planta.

Los materiales de las columnas pueden ser en metal, concreto, madera inmunizada o guadua. En el caso de usar columnas de concreto se debe anclar la columna a la placa. Para los casos en los que se usa una cubierta muy pesada se debe tener en cuenta diseñar zapatas bajo los elementos de columna perimetrales. En el caso de columnas en metal, se pueden usar perfiles en I anclados a la placa con pernos autoperforantes. Para columnas en madera se recomienda el uso de mojones (bases) de cemento e instalarlas sobre ellos. En cualquier caso la sección (diámetro) de los elementos de columna se diseña en relación con la altura del elemento, excepto en los perfiles en I.

La cubierta de la estructura de poscosecha puede fabricarse en diversos materiales tales como teja metálica (zinc), teja rígida (plástico o fibrocemento) o lámina de polietileno de baja densidad. Deben construirse canales de recolección de aguas lluvias que eviten erosionar la placa de concreto y al mismo tiempo hacer uso adecuado de éstas. La altura de la cubierta debe ser preferiblemente alta con el fin de manejar un microclima bajo cubierta lo más fresco posible. Se recomienda que la altura de la columna sea de 3,5 m aproximadamente. En cuanto a la inclinación de la cubierta se debe considerar la pluviosidad y el régimen de vientos, especialmente en el caso del polietileno, en que pueden usarse películas plásticas especiales que ofrecen un microclima adecuado para las labores de poscosecha. Por ejemplo, el plástico blanco bloquea 70% de la luz y ofrece una temperatura bastante menor bajo cubierta, a unos precios inferiores a los de una cubierta sólida y en condiciones normales puede durar de 2 años. En el caso de tejas metálicas (zinc) puede usarse bajo la cubierta un material aislante térmico que se conoce como duralfoil, el cual disminuye la temperatura de manera notoria. También es importante que se manejen en lo posible estructuras a dos aguas que permitan la salida de aire caliente y húmedo por la parte superior de la cubierta.

En la parte superior debe fijarse la iluminación artificial, la cual debe ser suficiente para que el trabajo se desarrolle en óptimas condiciones; deben tener una cubierta que evite que caiga al suelo en caso de romperse (figura 40).

En cuanto a los cerramientos se pueden usar diferentes materiales entre los que se tienen muros en ladrillo, malla eslabonada, madera, guadua, lámina de plástico o tela verde de cerramiento. También se pueden combinar algunos materiales. La selección del material dependerá de aspectos económicos, de seguridad, disponibilidad, entre otros. Para un agricultor mediano y con una estructura en crecimiento se puede recomendar muros de ladrillo hasta 1,5 metros y malla eslabonada de 2 metros. Sobre la malla se puede instalar un cerramiento plástico con polietileno

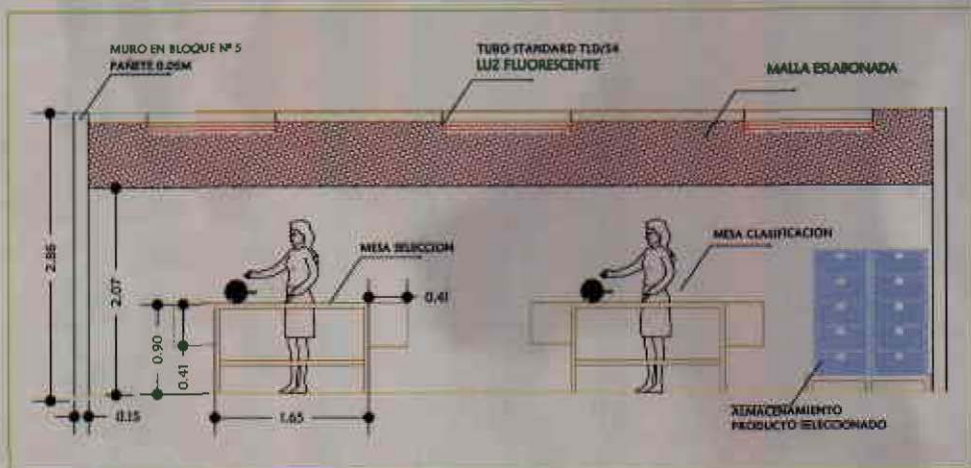


Figura 40 Esquema de la disposición de la iluminación para el proceso de selección-clasificación de la menta

blanco para manejar una temperatura más baja al interior de la poscosecha. Se recomienda el uso de cerramientos para evitar daños por acción de roedores o pájaros que puedan ingresar en la noche y dañen el producto recolectado que no haya sido procesado.

El piso debe ser preferiblemente sólido, con desniveles y desagües adecuados con el fin de hacer más rápidas y eficientes las periódicas operaciones de lavado y desinfección. Al diseñar y fabricar los cimientos, placa de concreto, se deben tener en cuenta las cargas que posteriormente tendrá la estructura; para tal efecto es importante conocer la capacidad portante del suelo y así evitar asentamientos diferenciales en el futuro.

El área externa contigua a la zona de recepción y despacho debe considerarse en la placa principal de la estructura y la cubierta sí puede ser independiente, con el fin de ofrecer protección al producto durante la entrada a la planta de poscosecha y la salida. En el área de despacho se recomienda tener una rampa que permita un proceso de carga más cómodo y eficiente.

Dentro de los diferentes procesos que se tienen en la sala poscosecha se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Las mesas de clasificación pueden ser en madera o metal, deben ser diseñadas teniendo en cuenta la altura adecuada que permita un trabajo ergonómico y cómodo para el operario, asegurando un eficiente rendimiento de este en sus labores.

La selección del material dependerá de las labores de limpieza y desinfección que se deban realizar a las mismas, sin embargo se pueden combinar materiales como la madera con láminas de acero inoxidable.

Para el lavado o inmersión del producto se deben implementar tanques de diversos materiales tales como cemento, fibra de vidrio, plástico y acero inoxidable; estos últimos son los más recomendados por su inocuidad. Pueden instalarse sobre bases de metal o madera para que queden a una altura de trabajo adecuada donde la operación de lavado sea más eficiente y cómoda para el operario.

Para secar el producto cuando fuere necesario se pueden implementar estructuras metálicas de varios pisos que permitan secar varias tandas de producto simultáneamente. Para hacer más eficiente el secado se pueden implementar extractores de gran caudal para desplazar el aire húmedo fuera de la poscosecha.

El cuarto frío debe calcularse teniendo en cuenta el peso, la temperatura requerida, el calor específico y volumen del producto a almacenar, y de esta manera determinar especificaciones de espesor del panel, evaporadores y condensadores necesarios.

Para almacenar insumos y materiales de trabajo de la poscosecha se pueden implementar bodegas en la parte lateral por ambos costados; en lo posible se deben dejar salidas laterales como rutas de evacuación. También se puede disponer de estas áreas para zonas de oficina, vestieres y baterías sanitarias para el personal de la planta de poscosecha.

Para la desinfección y lavado de los materiales, herramientas o insumos utilizados en el proceso de poscosecha es preferible tener una zona cercana a la planta pero que no haga parte de ella de manera que se disminuya la posibilidad de contaminación.

Es importante recalcar que aquí se presenta un esquema que puede ser adaptado por el agricultor. Las dimensiones dependen de factores explicados anteriormente por lo que debe asesorarse del experto para adelantar este tipo de obras.

Cualquier tipo de tratamiento poscosecha debe llevar un registro en planillas, de manera que se conozcan y se tomen en cuenta los procedimientos, volúmenes de aplicación, lotes tratados y productos aplicados. El personal debe ser técnicamente capacitado y responsable por el manejo de los insumos químicos. Se debe tener en

cuenta la calidad del agua en su fuente y la frecuencia con que se le realizan los análisis de calidad a fin de prevenir posibles problemas de calidad del producto.

En la figura 41 se presenta una propuesta de **organización del sistema productivo** menta, con la disposición de la infraestructura requerida.



Figura 41 Esquema de infraestructura general propuesto para el cultivo de menta

3.4. MANEJO DE RESIDUOS VEGETALES

En todo tipo de cultivo se presentan residuos vegetales ya sea por erradicación de material vegetal durante renovaciones de cultivo, podas o procedimientos sanitarios. El manejo adecuado de este material vegetal se ha estandarizado con el uso de las áreas de compostaje.

Las características de este tipo de instalaciones deben considerar en primera instancia el estar lo más alejado posible de las áreas de poscosecha para evitar la posible contaminación sobre el producto cosechado. Se puede realizar a la intemperie cubriendo el material en descomposición con un plástico negro con aditivos para filtros UV, sin embargo es recomendable disponer de una estructura de cubierta similar a la de un invernadero pero sin cerramientos, que sirva de protección

a la lluvia y evite que el compost sea mojado y lavado. El proceso de compostaje genera lixiviados que deben ser dispuestos de manera adecuada con una red de drenaje, por lo cual es preferible disponer de piso sólido o en su defecto usar plástico cubriendo el suelo para evitar que los lixiviados lleguen al manto freático.

La estructura de protección tiene dos propósitos, el primero evitar que la lluvia humedezca el material en tratamiento y el segundo incrementar la temperatura del compostaje, ya que la velocidad de descomposición está dada en función de la temperatura que se logre en el material vegetal.

4. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Tabla 5. Costos de producción del cultivo de menta a libre exposición, con fertirriego, por ha/año

ACTIVIDADES	Detalle		Precio \$/	Participación (%)	VALOR TOTAL
	Unidad	Cantidad	Unidad		
COSTOS DIRECTOS					
Labores					
Análisis de suelos				0,5	144.000
Preparación terreno	Jornal	23	20.000	1,6	460.000
Control de plagas y arvenses	Jornal	63	20.000	4,4	1.260.000
Fertilización	Jornal	35	20.000	2,6	700.000
Corte y recolección	Jornal	480	20.000	33,9	9.600.000
Subtotal labores	Mano Obra	571		43	12.164.000
Insumos					
Insecticida	LT	21	68.000	5,3	1.428.000
Fertilizantes fertirriego	Bultos	20	83.140	6,95	1.662.800
Fertilizantes foliares	LT	21	33.934	1,85	712.614
Herbicidas	LT	1	80.000	0,3	80.000
Fungicida	Kg	21	57.070	4,5	1.198.470
Matababosa	Kg	70	6.000	1,5	420.000
Otros	Global			3,9	930.000
Subtotal insumos				24,3	6.541.919
TOTAL COSTOS DIRECTOS				67,3	18.105.919
FINANCIACION 80% BANCO				53,8	14.484.735
COSTOS INDIRECTOS					
Arrendamiento	Mes	12	237.500	10,6	2.850.000
Administración	Mes	12	220.000	9,8	2.640.000
Asistencia técnica	Quincenal	24	100.000	8,9	2.400.000
Imprevistos	Global	5	905.296	3,4	905.296
Subtotal				32,7	8.795.296

(Continúa página siguiente)..

Tabla 5. Costos de producción para una hectárea de menta (Continuación)

ACTIVIDADES	Detalle		Precio \$/	Participación (%)	VALOR TOTAL
	Unidad	Cantidad	Unidad		
OTROS COSTOS INDIRECTOS					
Comisión F.A.G	Anual	1,5	65	0	65
IVA Sobre comisión	Anual	16	10	0	10
Gastos B.N-A	Anual			0	0
Costos financieros	Anual	16,1	570	0	570
Subtotal Costos				0	645
TOTAL COSTOS SIN FAG, B.NA				100	26.901.215
TOTAL COSTOS CON F.A.G B.N.A. Y TI				100	26.901.860
Producción Promedio	Ton	33	1.000.000		33.000.000
Ingreso Neto					6.098.140
INDICADORES ECONOMICOS					
Rentabilidad					22,7
Punto equilibrio ton/ha					26,9
Costo Unitario de Producción					815,2
Relación Costo/Beneficio					0,8

Fuente: Guillermo Paredes Zambrano. Economista M. Sc.

Inversión	Ingresos año 1
-26.901.000	33.000.000
TIR	23%

Fuente: Guillermo Paredes Zambrano. Economista M. Sc.

Nota: este análisis no incluye: inversión inicial, costos de postcosecha (selección, peso y empaque) e Insumos de empaque, los precios de venta no tienen en cuenta el costo de selección y empaque.

BIBLIOGRAFÍA

- Agnos N. 1996. Fitopatología. 2a ed. México, Limusa, p. 470-492.
- Ángulo JM. 2000. Manejo del gusano cogollero del maíz utilizando extractos de plantas. <http://www.turipaná.org>. Consulta: noviembre de 2009.
- Aranda Y, Sánchez C. 2007. Análisis de costos para la producción de seis especies de hierbas aromáticas en Cundinamarca. En: perspectivas del agro negocio de hierbas aromáticas culinarias y medicinales. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, p. 91-107.
- Ayers R, Wescot D. 1994. Water quality for agriculture. FAO. Irrigation and Drainage Paper.
- Barrientos J, Zurita J. 2007. Cosecha de hierbas aromáticas. En: Zurita J, Barrientos J, y Chaparro L. (eds.). Perspectivas del agronegocio de hierbas aromáticas culinarias y medicinales. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, p. 43-51.
- Bareño P. 2003. Hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco, manejo agronómico, producción y costos. En: Clavijo J, y Bareño P (eds.). Últimas tendencias en hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, p. 6-12.
- Bareño P, Clavijo J. 2006. Hierbas aromáticas para exportación en fresco. En: Hierbas aromáticas para exportación en fresco. Proyecto Hierbas Aromáticas. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, 92 p.
- Bareño P. 2006. Hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco, manejo agronómico, producción y costos. En: Manejo productivo, poscosecha y exportación en fresco de hierbas aromáticas. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, 150 p.
- Bay Science Foundation. 2009. Taxonomía y botánica de la Menta. <http://zipcodezoo.com>. Consulta: Agosto de 2009.
- Bonzani N, Costaguta M, Barbosa G. 2007. Estudios anatómicos en especies de *Mentha* de Argentina. <http://www.scielo.org.pe>. Consulta: octubre de 2009.
- Brown B, Hart JM, Wescott MR, Christensen N. 2003. The critical role of nutrient management in mint production. *Better Crops*, 87 (4): 9-11.
- Brady N, Weil R. 1999. The nature and properties of soils. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.
- Bullock D. 2005. Análisis de suelos algunas ideas acerca de precisión y producción bajo siembra directa. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar de Plata, Argentina. 11 p.
- Campos A. 2006. Subirrigación y requerimientos hídricos en especies aromáticas de exportación. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, p. 52 – 56.
- Corpeño B. 2004. Manual del cultivo de tomate. Centro de inversión, desarrollo y exportación de agronegocios. San Salvador, El Salvador. 38 p.
- Curioni A, García M. 2001. Tecnología de producción de las aromáticas de hojas. Elaborado a partir de material publicado por la Secretaría de Agricultura de Argentina. <http://www.mercoopsur.com.ar>. Consulta: noviembre de 2009.
- Darré C, Novo R, Zumelzu G, Bracamonte E. 2004. Alternativas de control químico de malezas anuales en *Mentha piperita* L. *AgriSciencia* XXI (1): 39-44.
- Echeverry C, Forero L. 2007. Exportación de hierbas aromáticas y culinarias a Estados Unidos. Aspectos fitosanitarios. En: Perspectivas del agronegocio de hierbas aromáticas culinarias y medicinales. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, p. 73-74.

- Edwards J, Parbery D, Halloran GM, Taylor PA. 1999. Disease cycles of *Puccinia menthae* on commercial *Mentha* species growing in north-east Victoria, Australia. *Aus. Plant Pathol.* 28(3): 200-204.
- Espitia C. 2006. Aceites esenciales de hierbas aromáticas culinarias. Últimas tendencias en hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, p. 171 -175.
- Flórez R, Meneses M, Sibatto O. 2001. Almacenamiento y transporte de frutas y hortalizas para la exportación. Instituto de Recursos Naturales (NRI), Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y Departamento Internacional de Desarrollo (DFID) <http://biblioteca.sena.edu.co> Consulta: abril de 2010.
- France A, Gerding M, Céspedes C, Cortez M. 2002. Control de babosas (*Deroceras reticulatum* Müller) con *Phasmarhadditis* hermaphrodita Schneider (Nematoda: Rhabditidae) en suelos con sistema de cero labranza. *Agric. Téc.* (62)2. <http://www.scielo.cl/scielo>. Consulta: Noviembre de 2009.
- Gowan M, Willingham J. 1991. Influence of row spacing on growth, light and water use by sorghum. *J. of Agr. Sc.* 116: 329-339.
- Green, R, Skotland C. 2009. Diseases of Mint (*Mentha piperita* L., *M. cardiaca* Baker, *M. spicata* L. and *M. arvensis* L.). <http://www.apsnet.org>, Consulta: diciembre de 2009.
- Guerrero M. 2006. Manejo de enfermedades en hierbas aromáticas y culinarias para exportación. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, p. 36-40.
- Gutiérrez F. 1997. Evaluación de la calidad del dato analítico. En: Osorio W. Diagnóstico químico de la fertilidad de suelos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Medellín, p. 63-72.
- Hartley MJ. 1993. Herbicide tolerance and weed control in culinary herbs. In: Forty Sixth New Zealand Plant Protection Conference, Christchurch, New Zealand, Proceedings, p. 35-39 (Abstracts).
- Herboteca. 2009. Ciencia e Información de Plantas medicinales, aromáticas y tintóreas <http://www.herboteca.com.ar>. Consulta: Agosto de 2009.
- Herrera A. 2007. Poscosecha, calidad e inocuidad: factores de competitividad en hierbas aromáticas. En: Zurita J, Barrientos J, Chaparro L. (eds.). Perspectivas del Agronegocio de Hierbas Aromáticas culinarias y medicinales. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, p. 53-72.
- Infoagro. 2009. Manejo de trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis*. <http://www.infoagro.com/hortalizas/trips.htm>. Consulta: Noviembre de 2009.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Produmedios. Bogotá.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 2006. Resolución No. 395 (Febrero 10 de 2006).
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2008. Plantas medicinales y otras especies útiles: diagnóstico situacional sobre la producción, industrialización y comercialización. Managua.
- Jaramillo D. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín. 619 p.
- Lazcano-Ferrat. 2009. Cómo distinguir los síntomas de deficiencia de nutrientes de otros síntomas. Potash and Phosphate Institute - International Plant Nutrition Institute (IPNI-INPOFOS). USA. 1 p.
- León G, Gómez R, García A, González F, García A, Rondón G, Belalcázar S, Mayorga M, Londoño M, Pulido J, García F, Valencia J, Vega D, Sarmiento A, Naranjo C, Escobar W, Sánchez A. 2007. Control de plagas y enfermedades en los cultivos. Grupo Latino editores. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Martínez F, Sarmiento J, Fischer G, Jiménez F. 2008. Estudio de los síntomas de deficiencia de N, P, K, Ca, Mg, Fe y B en plantas de Uchuva (*Physalis peruviana* L.). Tesis Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 72 p.

- Meza C. 2008. Cosecha y post cosecha de alcachofas para exportación.
- Ministerio de Economía y Producción de Argentina. 2007. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Condimentos. Hierbas Aromáticas. Buenos Aires, Argentina. <http://www.alimentosargentinos.gov.ar>. Consulta: agosto de 2009.
- Morón M. 1986. El género *Phyllophaga* en Méjico. Morfología, distribución y sistemática supraespecífica. Instituto de Ecología de Méjico. 344 p.
- Morón M. 1995. La diversidad de los coleópteros Scarabeoidea o Lamellicornia en Colombia y su repercusión en el complejo de plagas subterráneas. II curso nacional de plagas rizófagas. Corpoica, Colciencias, Socolen. Bogotá Colombia. p. 4-6.
- Oryza. 2004. Industria arrocerá mundial. <http://www.oryza.com>. Consulta: noviembre de 2009.
- Osorio N. 1997. Muestreo de suelos. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. 4 p.
- Pank F. 1990. The influence of chemical weed control on quality characters of medicinal and aromatic plants. *Herba Hung.* 29(3):51-58.
- Pedraza R, Henao M. 2008. Composición del tejido vegetal y su relación con variables de crecimiento y niveles de nutrientes en el suelo en cultivos comerciales de menta (*Mentha spicata* L.) *Agron. Col.* 26(2):186.
- Pierre M, Gallouin F. 2006. Especies aromatizantes y condimentarias. Mundi-Prensa, Madrid. p. 169-171.
- Reed D. 1996. Closed production systems for containerized crops: recirculating, subirrigation, and zero-leachate systems. En: Reed D. (ed.) Water, media, and nutrition for greenhouse crops. Ball Publishing, Inc. Batavia, Illinois. p. 221-245.
- Rivera M, Carballo C, Milanés M, Ramos R, Orama R. 2003. Efecto de plaguicidas de origen botánico sobre el áfido *Carolinaia cyperi* Ainslie. *Rev. Cubana Plant. Med.* 8(3) <http://bvs.sld.cu/revistas>. Consulta: noviembre de 2009.
- Rodríguez D. 1998. Biología y manejo de chizas en la Sabana de Bogotá, Memorias curso de actualización profesional. Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Chía, Cundinamarca. p. 17-26.
- Ruiz O. 1997. Evaluación de la calidad del dato analítico. En: Osorio W. Diagnóstico Químico de la Fertilidad de Suelos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Medellín. p.73- 84.
- Sánchez E, García D, Carballo C, Crespo M. 1996. Estudio farmacognóstico de *Mentha x piperita* L. *Revista cubana de plantas medicinales* 1(3):40-45.
- Scavroni J, Fernandez C, Ortiz M, Ferreira L. 2005. Yield and composition of the essential oil of *Mentha piperita* L. (Lamiaceae) grown with biosolid. *Braz. J. Plant Physiol.* 17(4):345-352.
- Taiz, Zeiger. 2007. *Plant Physiology*. Third edition.
- Terán C, Valenzuela M, Villaneda E, Sánchez G, Hío J. 2007. Manejo del riego y la fertirrigación en tomate bajo cubierta en la Sabana de Bogotá. Corpoica. 88 p.
- University of Graz. 2009. Institut für Chemie Strassoldogasse, Austria, Taxonomía y botánica de la menta. <http://www-ang.kfunigraz.ac.at>. Consulta: agosto de 2009.
- University of Oulu. 2005. The yield and essential oil content of mint (*Mentha* sp.) in Northern Ostrobothnia. Faculty of Science, Department of Biology, Oulu, Finland.
- Valdeyron GB, Vernet P. 1977. Self-fertilisation in male-fertile plants of a gynodioecious species: (*Thymus vulgaris* L.). *Heredity* 39: 243-9.
- Verjel L, Terán C, Gómez C, Valenzuela M, Rengifo G, Conde P. 2004. Manejo del riego en cebolla Ocañera Manual técnico. Corpoica. Bucaramanga. 60 p.
- Veronese P, Weller S, Bressan R, Hasegawa P. 2001. Bioengineering mint crop improvement. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 64:133-144.
- Villamizar F. 2001. Manejo Tecnológico Poscosecha de Frutas y Hortalizas. Aspectos teóricos. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 149 p.
- Wiersema HJ, León B. 1999. *World Economic Plants: A Standard Reference*. CRC Press. 749 p.

ANEXOS

ANEXO 1. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DE MERCADO

Los siguientes conceptos básicos fueron tomados del Manual de Economía Wikipedia.

- **Costo de producción:** se entiende por costo de producción el pago que se hace por el uso de los recursos o de la inversión necesaria para producir un determinado bien o prestar un servicio. No necesariamente se realiza en efectivo; en muchos casos es una estimación (arrendamiento de la tierra propia, mano de obra familiar, administración que realiza el productor) de lo que debería pagarse a un tercero por el uso de dichos recursos. Los costos se diferencian de los gastos en que los primeros contribuyen a un objetivo productivo.
- **Costos de inversión:** comprenden los desembolsos realizados hasta el momento en que se empiezan a producir beneficios. Estudios preliminares, compra de terrenos, maquinaria, equipos, semovientes, construcciones, establecimiento de cultivos, etc. Estos costos, por lo general, están ligados a cultivos o explotaciones de mediano y tardío rendimiento. Los costos de preinversión (estudios de prefactibilidad y factibilidad, investigaciones, diseños preliminares) están ligados a los costos de inversión.
- **Costos directos:** son los causados directamente por el proceso productivo. Varían con el volumen de la producción, motivo por el cual se consideran variables. El costo de los insumos y materias primas y de la mano de obra son los elementos más importantes de dichos costos.
- **Costos indirectos:** son aquellos en que se incurre necesariamente al iniciar y durante el proceso de producción. Se consideran fijos porque en el corto y aun en el mediano plazo se mantienen constantes. Como ejemplo de estos costos se tienen los alquileres, intereses, primas de seguros, depreciaciones e impuestos.

Los productos muestran marcadas diferencias en cuanto a la composición de los costos de producción. La producción realizada en forma extensiva se aso-

cia a una alta proporción de costos fijos, lo que implica ineficiencia. Por el contrario, la producción que muestra una alta proporción de costos variables parece ser más eficiente. Lo anterior trae como consecuencia la necesidad de incluir el volumen de producción y el tamaño de la explotación a la discusión sobre la importancia de la composición de los costos, por lo tanto es necesario incluir y ampliar los conceptos de costos.

En economía se maneja un concepto de costos derivado del concepto de costo total, de gran importancia para el análisis de una explotación y del problema de la determinación de los niveles de producción de máxima ventaja económica para el productor que es:

- **Costo fijo promedio:** indica que el costo fijo por unidad se reduce a medida que se aumenta la producción, resultado de distribuir un valor fijo entre un número mayor de unidades. Matemáticamente se representa:

$$CF/Y,$$

Donde: Y es la producción total por hectárea o por unidad productiva.

- **Utilidad de costos** los análisis de los costos de producción pueden tener múltiples objetivos entre los cuales sobresalen:
 1. Servir al productor como una guía para la toma de decisiones sobre inversiones, compra de insumos y niveles de rentabilidad esperados.
 2. Como instrumento de política para diferentes acciones de apoyo al sector, subsidios, fijación de precios, establecer ventajas competitivas, etc.
 3. Como herramienta para identificar aquellas prácticas de producción que pueden o requieren ser mejoradas a través de actividades de validación, capacitación y transferencia de tecnología.

En el proceso de producción se pueden identificar objetivos comunes a los productores y técnicos que están directamente relacionados con los costos de producción. Entre otros podemos enumerar:

1. Elevar la eficiencia productiva de los predios con el fin de mejorar los ingresos y el bienestar del productor y su familia.
2. Aumentar la calidad y cantidad de la oferta de materias primas y de alimentos
3. Generar excedentes de producción.
4. Contribuir al desarrollo de las regiones.

Como se puede observar, los objetivos anteriores no se pueden obtener de manera simultánea y en muchos casos riñen entre sí. Si aumentamos la oferta, por lo general se reducen los precios y esto puede ocasionar menores ingresos. Así mismo, incrementos en los rendimientos no siempre se reflejan en mayores ganancias del productor. Igual suele acontecer con la calidad del producto.

Lo anterior enfatiza la necesidad de realizar un análisis que permita con bastante aproximación lograr una producción eficiente que incremente las ganancias del productor, mejore la calidad y el volumen de alimentos y a la vez permita al consumidor obtener alimentos y/o materias primas a menores precios.

- **Costos de exportación:** En el proceso de exportar, se debe definir una estrategia, no sólo con respecto a los costos, sino también con la calidad del producto a exportar. Los costos, en su mayoría, están en función de la infraestructura necesaria para acondicionar y colocar los productos en el puerto o lugar de embarque para exportación. Las cadenas o redes de frío, las distancias a los puertos, los fletes, son entre otros los que ocasionan la mayor parte de los costos.

DEFINICIONES INCOTERMS

EXW (ex works): El exportador entrega el producto en un lugar específico (bodega, planta empacadora, etc.), pero no incurre en costos de exportación o manejo.

FCA (free carrier): el exportador entrega el producto listo para exportar al transportista y éste se responsabiliza de la carga.

FAS (free alongside ship): el exportador envía el producto hasta el medio de transporte (barco, tren, avión). El exportador asume todos los riesgos y responsabilidades hasta ese momento.

FOB (free on board): el exportador coloca el producto en el medio de transporte (aéreo, marítimo, ferroviario). El exportador asume los costos y riesgos hasta esta etapa.

No cabe duda de que los escasos márgenes de retribución que genera el comercio de productos agrícolas, muchas veces compensados por el volumen

de producto, van a continuar siendo un motivo de presión para que los empresarios agrícolas se aboquen al diseño de una estrategia de costos que les permita competir en el mercado internacional.

Entender los costos que conlleva el proceso de producción y entender, también, los costos del proceso de exportación son herramientas indispensables para toda agroempresa, y bien empleadas pueden generar resultados ventajosos. Poder identificar los costos más relevantes de un proceso, le puede permitir al agroempresario buscar mejores opciones tecnológicas o buscar la forma de reducirlos.

CFR (cost and freight): el exportador se responsabiliza de entregar el producto en el puerto o lugar de destino, pero no se responsabiliza del riesgo de pérdida o daño del producto, ni de otros costos en que se pueda incurrir durante la entrega.

CIF (cost, insurance and freight): el exportador se responsabiliza de la entrega del producto en el puerto o lugar de destino y asume el costo del seguro del producto.

DES (delivered ex ship): el exportador cumple con su obligación al poner la mercadería a bordo del buque, pero no asume los trámites de importación y descarga.

DEQ (delivered ex quay): el exportador pone a disposición del importador el producto en el muelle (descargado), pero no asume los trámites de importación.

DAF (delivered at frontier): el exportador pone a disposición del importador el producto en la frontera del país de destino, habiendo cumplido con los trámites de exportación, pero no de importación. Es importante definir con precisión el lugar y punto de destino.

INDICADORES ECONÓMICOS

Los indicadores económicos de una inversión, en la mayoría de los casos, tienen que ver con la rentabilidad de esta. Se utilizan para hacer proyecciones y tener una mayor certeza sobre los resultados de invertir en alguna actividad productiva. A continuación se presentan los más utilizados y derivados directamente de los costos de producción.

- **Tasa interna de retorno (TIR):** la TIR es el tipo de interés efectivo de una operación; en una serie de flujos monetarios futuros (en diferentes momentos) tanto positivos como negativos, hace que el valor actual neto (VAN) sea cero. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad.
- **Valor actual neto (VAN):** el VAN es la suma de diferentes flujos monetarios realizados en distintos periodos de tiempo, pero valorados en un momento dado. Si, por ejemplo, se estiman los ingresos de un cultivo durante uno o más años, para que este sea rentable el VAN tendrá que ser superior a cero, lo que significará que recuperaremos la inversión inicial y tendremos más capital que si lo hubiéramos puesto a renta fija.

La fórmula que permite calcular el valor actual neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

V_t: flujos de caja en cada periodo t
 I₀: valor del desembolso inicial de la inversión
 n: número de periodos considerados

Rentabilidad

Sólo los agricultores que obtengan productividades por encima del punto de equilibrio ganan en este negocio

$$\text{Rentabilidad (\%)} = \text{ingreso neto} / \text{costo total} \times 100$$

Ingreso total = Y x P_y, donde Y = unidades de producto y P_y = precio unitario de venta

Una de las razones por las que los agricultores se mantienen produciendo, a pesar del incremento de sus costos por ha y la caída de sus precios reales, es el crecimiento de la productividad física (rendimientos).

$$\text{Costo total} = Y \times C_u, \text{ donde, } C_u = \text{costo unitario de producción}$$

Ingreso neto = ingreso total - costo total

Punto de equilibrio: es el nivel de producción y ventas que permite a un productor cubrir los costos y gastos

Costos totales/precio pagado al productor por unidad de producto

Relación costo/beneficio: es una herramienta muy útil en la toma de decisiones de producción, que desafortunadamente es muy poco utilizada por los productores. Permite calcular el beneficio que se obtiene por cada peso invertido en un negocio.

Costo total/beneficio total

Si la relación c/b es < 1 es rentable la inversión.

Si la relación c/b es > 1 no es rentable invertir.

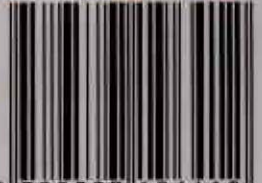
Si la relación c/b es $= 1$ apenas cubre los costos.

Biblioteca Agropecuaria
de Colombia - SAC



010100028491

ISBN: 978-958-719-641-2



9 789587 196412



**CORREDOR
TECNOLÓGICO
AGROINDUSTRIAL**
BOGOTÁ Y CUNDINAMARCA

CB CAMARA
DE COMERCIO DE BOGOTÁ

Por nuestra sociedad

